



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA
ESCUELA DE GASTRONOMIA

**“DESARROLLO DE PRODUCTOS PANIFICABLES CON
INCLUSIÓN DE LA HARINA DE OCA. 2011”**

TESIS DE GRADO:

Previo a la obtención de título de:

LICENCIADA EN GESTIÓN GASTRONOMICA

MARIELA CRISTINA VEGA ACOSTA

RIOBAMBA- ECUADOR

2012

CERTIFICADO

La presente investigación fue revisada y se autoriza su investigación.

Ing. Edwin Antamba
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado “DESARROLLO DE PRODUCTOS PANIFICABLES CON INCLUSIÓN DE LA HARINA DE OCA. 2011”; de responsabilidad de Mariela Cristina Vega Acosta ha sido revisada y se autoriza su publicación.

Ing. Edwin Antamba

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Mayra Logroño

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Riobamba, 13 de Abril del 2012

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento es dedicado para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública. Escuela de Gastronomía por abrirme las puertas de su prestigiosa institución para formar a otra profesional de calidad.

Al Ing. Edwin Antamba Director de Tesis, Dra. Mayra Logroño Miembro de Tesis quienes de una u otra manera colaboraron difundiendo sus ideas en la investigación.

A los Docentes que trabajan en la ESPOCH quienes impulsan, difunden valores intelectuales y sobre todo los conocimientos adquiridos durante la formación profesional.

DEDICATORIA

Mi dedicatoria va primero a Dios por ser la razón de mi existencia, a mis abuelos, padres y hermanos quienes forjaron mi alma con amor, rectitud y sacrificio. Brindándome su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y carrera universitaria.

A mis maestros que con esfuerzo y dedicación plasmaron en mí todos sus conocimientos.

Cristina Vega

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es la utilización de harina de oca como fuente alternativa a la harina de trigo, dentro de la panificación y como rescate de los tubérculos Andinos poco conocidos en nuestro medio, por sus bondades nutricionales.

Se seleccionó materia prima de calidad transformándose en un producto maleable, la panificación se realizó partiendo de una fórmula básica o testigo con 350 gr. de harina de trigo.

El pan con inclusión de harina de oca se obtuvo en cinco porcentajes del 10%, 20%, 30%, 40% y 50%, con un peso de 50 gr. cada uno de acuerdo a la fórmula planteada, dejando reposar durante 15 min a 30°C y se llevo al horno a 180°C por 15 minutos.

El análisis bromatológico y microbiológico, se dio a cabo en el laboratorio de Bromatología de Análisis Ambiental e Inspección CESTTA de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. Dentro de la aceptabilidad del producto, se puede concluir que el pan a base de harina de oca de 40% y 50% fueron los más aceptados dentro de la prueba.

Se concluye que en éste estudio, se desarrolló un producto panificable con la utilización de harina de oca hasta el 50% en harina de trigo, sin que altere su aceptabilidad y que además contribuya como un alimento alternativo por su valor nutritivo dentro de la dieta diaria del ser humano.

SUMMARY

Bread product development including oca flour 2011.

We can try a new product, oca flour, which can replace wheat flour in a 50 % without altering the taste.

The objective of this research is the use of oca flour as an alternative source of wheat flour, into the planning and as a recovery of little known Andean tubers in our environment by its nutritional benefits.

By using the experimental method, we selected the quality raw material becoming a malleable product, planning was done based on a formula or witness of 350 grams of wheat flour.

Bread including oca flour was obtained in five percentages: 10%, 20%, 30%, 40% and 50% with a weight of 50 grams, each according to the formula presented, leaving to stand for 15 minutes at 30° C and took to the oven to 180 °C for 15 minutes.

Chemical composition and microbiological analysis was carried out in the laboratory of Bromatology Environmental Analysis and Inspection CESTTA of the Science Faculty of the Polytechnic School of Chimborazo.

Within the acceptability of the product, it can be concluded that the bread made with a 40% and 50% from oca flour was more accepted in the test.

We conclude that in this study, we developed a bread product with the use of oca flour up to 50 % in wheat flour without altering acceptability and also it contributes as an alternative food for its nutritional value in the human being daily diet.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. OBJETIVOS.....	16
III. MARCO TEÓRICO.....	17
3.1. EL PAN.....	17
3.1.1 HISTORIA DEL PAN	17
3.1.2. DEFINICIÓN DEL PAN	19
3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PAN.....	20
3.2.1. HARINAS.....	20
3.2.1.1 Harina de trigo.....	22
3.2.2. LEVADURAS.....	23
3.2.2.1. Clasificación de las levaduras.....	25
3.2.2.2. Requisitos de la calidad de la levadura.....	25
3.2.2.3. Condiciones de vida de la levadura.....	26
3.2.3. AGUA.....	27
3.2.4. SAL.....	29
3.2.4.1. Características.....	29
3.2.5. AZÚCAR.....	29
3.2.6. GRASAS.....	30
3.2.6.1. Clasificación de las grasas.....	30
3.2.6.2. Características de las grasas.....	30
3.2.7. HUEVOS.....	30
3.3. FUNCIONES BIOQUÍMICAS DE LOS INGREDIENTES.....	31
3.3.1 GLUTEN.....	31
3.3.3.1. Calidad del gluten.....	31
3.3.2. ALMIDÓN.....	31
3.3.3. FUNCIONES DE LA LEVADURA EN PANIFICACIÓN.....	32
3.3.3.1. Necesidades de la levadura para actuar.....	33
3.3.4. FUNCIONES DEL AGUA EN PANIFICACIÓN.....	33
3.3.5. FUNCIONES QUE CUMPLE LA SAL EN PANIFICACIÓN.....	34
3.3.6. FUNCIONES DEL AZÚCAR EN PANIFICACIÓN.....	34
3.3.7. FUNCIONES DE LA GRASA EN PANIFICACIÓN.....	35
3.4. PROCESOS DE PANIFICACIÓN.....	35
3.4.1 MEZCLA DE LOS INGREDIENTES.....	35
3.4.2. FORMACIÓN DE LA MASA.....	36
3.4.3. FERMENTACIÓN Y REPOSO.....	37
3.4.4. BOLEADO.....	38
3.4.5. HORNEO.....	39
3.4.6. ENFRIAMIENTO.....	40
3.4.7. ALMACENAMIENTO.....	41
3.5. CARACTERÍSTICAS DEL PAN	43
3.6. DEFECTOS COMUNES EN LA PREPARACIÓN DEL PAN.....	44
3.6.1 TEXTURA CERRADA Y VOLUMEN POBRE.....	44
3.6.2. TEXTURA GROSERA Y ABIERTA.....	44
3.6.3. SABOR AGRIO Y FERMENTADO.....	44
3.6.4. PAN QUE SE AÑEJA RAPIDAMENTE.....	44
3.6.5. MASA QUE COLAPSA EN EL HORNO.....	45

3.6.6. CORTEZA QUE SE SEPARA DE LA MIGA.....	45
3.6.7. CORTEZA QUE SE ROMPE	45
3.7. ENVEJECIMIENTO DEL PAN	45
3.8. LA OCA.....	46
3.8.1 ORIGEN.....	46
3.8.2. OCA (OXALIS TUBEROSA).....	47
3.8.3. VALOR NUTRICIONAL.....	49
3.8.4. DIVERSIDAD GENÉTICA.....	50
3.8.5. MORFOLOGÍA.....	50
3.8.5.1. Altura.....	50
3.8.5.2. Tallo.....	50
3.8.5.3. Hojas.....	51
3.8.5.4. Inflorescencia.....	51
3.8.5.5. Tubérculos.....	51
3.8.5.6. Cultivo.....	51
3.8.6. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO.....	52
3.8.6.1 Luz solar.....	52
3.8.6.2. Precipitación.....	52
3.8.6.3. Altitud.....	52
3.8.6.4. Bajas temperaturas.....	52
3.8.6.5. Altas temperaturas.....	52
3.8.6.6. Tipo de suelo.....	52
3.8.7. COSECHA.....	53
3.8.8. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS.....	53
3.8.9. USOS.....	53
3.8.10. POTENCIAL ECONÓMICO.....	54
3.8.10.1. Alimenticias.....	54
3.8.10.2. Medicinal.....	54
3.8.11. PRESPECTIVAS MEJORAS Y LIMITACIONES.....	55
3.8.12. TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL.....	56
3.8.12.1 Harina de oca	56
IV. HIPÓTESIS.....	57
V. METODOLOGÍA.....	58
A. LOCALIZACIÓN.....	58
B. VARIABLES.....	58
1. Identificación.....	58
2. Definición.....	58
3. Operacionalización.....	61
C. TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO.....	63
D. OBJETO DE ESTUDIO.....	63
E. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.....	63
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
VII. CONCLUSIONES.....	96
VIII. RECOMENDACIONES.....	97
IX. RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
XI. ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmula testigo de harina de trigo.....	64
Tabla 2. Porcentaje de combinación de harina de trigo con harina de oca.....	65
Tabla 3. Fórmula 1. 10% harina de oca y 90% harina de trigo.....	65
Tabla 4. Fórmula 2. 20% harina de oca y 80% harina de trigo.....	66
Tabla 5 Fórmula 3. 30% harina de oca y 70% harina de trigo.....	66
Tabla 6. Fórmula 4. 40% harina de oca y 60% harina de trigo.....	67
Tabla 7. Fórmula 5. 50% harina de oca y 50% harina de trigo.....	67
Tabla8. Características culinarias del producto elaborado.....	77
Tabla 9. Contenido bromatológico del pan con inclusión de harina de oca	78
Tabla 10.Análisis microbiológico de Coliformes totales.....	85
Tabla 11. Valor nutritivo de Kcal en fórmula 10% harina de oca y 90% de harina de trigo.....	94
Tabla 12. Valor nutritivo de Kcal del pan que tuvo mejor aceptabilidad.....	94
Tabla 13. Valor nutritivo de Kcal en fórmula 50% harina de oca y 50% de harina de trigo.....	94
Tabla 14. Requisitos fisicoquímicos del pan.....	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1. Análisis bromatológico del contenido de la proteína en el pan.....	79
Gráfico2. Análisis de la grasa en el pan con inclusión de harina de oca.....	80
Gráfico3. Contenido de humedad en el pan a base de harina de oca.....	81
Gráfico 4. Análisis del contenido de fibra en el pan.....	82
Gráfico 5. Contenido de ceniza en el pan con inclusión de harina de oca.....	83
Gráfico 6. Contenido de ELN en el pan con inclusión de harina de oca.....	84
Gráfico 7. Volumen adecuado del pan en los diferentes porcentajes de harina de oca.....	86
Gráfico 8. Análisis de la corteza del pan.....	87
Gráfico 9. Color de la corteza del pan.....	88
Gráfico 10. Análisis de la parte superior del pan elaborado.....	89
Gráfico 11. Tendencia a recuperar la forma del pan.....	90
Gráfico 12. Color de la miga del pan con inclusión de harina de oca.....	91
Gráfico 13. Olor y sabor a levadura en los panes.....	.92

Gráfico 14. Aceptabilidad del producto elaborado.....

93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	1.	Valor	nutricional	del	102
pan.....					103
Anexo	2.	Contenido	de	proteína	en el pan
elaborado.....					104
					105
Anexo	3.	Contenido	de	grasa	en el pan
elaborado.....					106
					107
Anexo 4.					Contenido de humedad en el pan a base de harina de oca..... 108
Anexo 5.					Contenido de fibra en el pan..... 109
Anexo 6.					Contenido de ceniza en el pan con inclusión de harina de oca..... 111
Anexo		7.		Receta	
estándar.....					
Anexo				8.	
Fotografías.....					
Anexo 9.					Pruebas organolépticas y aceptabilidad del producto elaborado.....

I. INTRODUCCIÓN

Durante miles de años, el pan ha sido una de las principales formas de alimentarse para el hombre, parte esencial que poco a poco ha evolucionando desde los tiempos más remotos de acuerdo a las costumbres y tradiciones de cada país.

En el Ecuador ha alcanzado un aceptable nivel de pureza e higiene, es quizás el elemento más importante de la dieta diaria.

La región andina es cuna de un gran número de cultivos alimenticios que fueron domesticados por pueblos autóctonos hace miles de años, inclusive mucho antes de la expansión de la civilización Inca. Con el transcurso del tiempo, algunos de estos cultivos han adquirido importancia global, como la papa. La mayoría sin embargo como la oca, melloco, mashua, son poco conocidos Internacionalmente y en los mismos países andinos, ignorando las propiedades nutritivas de estos productos.

La Oca constituye una parte de la herencia de nuestros antepasados, ha sido cultivada básicamente en la zona andina del Ecuador por sus condiciones climáticas y culturales. La producción, el consumo y utilización de la oca mantienen una tendencia decreciente, a pesar que posee gran aporte de fibra, aminoácidos esenciales y un nivel bajo en grasa. Dejando de lado este tubérculo que para muchas personas está en el olvido incluso dentro de la gastronomía.

Es importante para el organismo, ya que necesita del alimento adecuado que contenga estas características para una vida saludable, logrando que el aparato digestivo se acostumbre a realizar sus funciones normales y por ende un buen funcionamiento del sistema nervioso.

Es una fuente natural de energía debido a la extensa cantidad de almidón que posee, es un tubérculo con amplia posibilidad de transformación industrial en harinas, mermeladas, néctar, etc.

La harina de oca puede ser utilizada dentro de la gastronomía, eficaz para distintas preparaciones como postres, tortas, galletas, pan, etc. Consiguiendo que los productos de panificación, tengan las características apropiadas para su realización, aumentando el comercio y sustituyendo parcial o totalmente a las materias primas tradicionales como la harina de maíz y trigo. De este modo se aprovecharía las propiedades nutritivas que encierra la oca, obteniendo beneficios económicos, comerciales y sobretodo una nueva alternativa en la dieta diaria del hombre.

Por esta razón este estudio se enfoca en la panificación con inclusión de harina de oca, logrando un producto que reemplace en forma parcial a la harina de trigo sin alterar su sabor y que beneficie al consumo humano.

II. OBJETIVOS

GENERAL

- ✓ Desarrollar un producto panificable con la utilización de harina de oca como ingrediente básico del pan.

ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar harina de oca para la panificación.
- ✓ Utilizar diferentes porcentajes de harina de oca para la elaboración del pan (10%, 20%, 30%,40%,50%)
- ✓ Determinar las características culinarias que posee el producto durante el proceso
- ✓ Identificar las características organolépticas, bromatológica y microbiológicas del producto obtenido
- ✓ Evaluar la aceptabilidad del producto
- ✓ Analizar el valor nutritivo de kilocalorías en el pan con mejor aceptación de características organolépticas.

III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1 EL PAN

3.1.1. HISTORIA DEL PAN

“Se dice que cuando el hombre de Neanderthal horneó el pan, se tornó civilizado”. Y el ingrediente principal era la harina, ya que los granos se cultivaban desde el año 10.000 A.C. en el valle del río Tigris, en Asiria y Mesopotamia

El hombre del neolítico hacía sus tortas aplastando los cereales (Latín Cerealis, derivado de Ceres, diosa de la agricultura y la cosecha), que posteriormente cocía encima de piedras calientes; luego, comenzó a machacar estos cereales entre dos piedras, una grande y plana donde se ponían los granos de cereales; otra piedra redonda y una pequeña con la que los machacaba.

Las primeras noticias que se tienen sobre el pan se remontan a Babilonia y al antiguo Egipto, de hecho se conocen por lo menos hasta quince palabras para designar distintas variedades de panes y de pastelería según las variedades de harina, el grado de cocción o los productos que se le añadían, miel, huevos, leche, manteca, fruta, etc.

Los egipcios dieron un paso más añadiendo masa ya fermentada a la mezcla primaria de harina, agua y sal. La Historia cuenta que son los auténticos inventores del pan fermentado en los primeros hornos de cocción y de la idea de colocar un panecillo a cada comensal.

Se sabe que en Mesopotamia se consumía una masa preparada con cereales machacados y molidos, que se vendía no por piezas sino valiéndose de medidas de capacidad. Los asirios, más tarde, comían unas galletas cocidas a fuego y que los pobres la acompañaban con cebolla.

Los primeros cocineros griegos fueron panaderos, fabricaban una galleta de pasta sin levadura tal y como la conocemos hoy, preferían el trigo a cualquier otro cereal. En el siglo II D.C. un escritor grecorromano describe hasta setenta y dos formas distintas de hacer pan. Un griego de la época clásica podía encontrar en el mercado pan de centeno, de salvado egipcio, de trigo negro o sarraceno, de avena, etc; y también con distintos tipos de elaboración, cocido en molde, entre dos planchas de hierro, a la sartén, amasado con leche, con especias, etc.

Con el paso del tiempo, el hombre inventaría molinos muy rudimentarios para moler los granos, estos eran accionados por esclavos o animales. Los romanos fueron los primeros en instalar pequeños molinos a la orilla de los ríos con ayuda de la corriente fluvial para poner en movimiento sus grandes ruedas; también se descubrió que el viento era una buena fuente de energía barata para mover las aspas de los molinos. Los molinos de viento llegaron Europa con los Cruzados, caballeros que volvían de países orientales, en donde el agua era muy escasa.

Llegamos a la Edad Media, los molinos eran de propiedad de los reyes y señores, los que dejaban que sus gentes los usasen para moler los granos a cambio de una parte de sus cosechas.

Los monasterios se convierten en los principales productores, y es en esta época cuando se produce la mayor intoxicación de la historia por consumo de pan.

Ocurrió en Francia en el año 943, y la intoxicación fue provocada por la aparición en el pan de centeno de un hongo parasitario conocido como "cornezuelo", mata a la población y las sequías causan estragos.

La invención de nuevos procesos de molienda, contribuyó al desarrollo de la industria panificadora. En 1784 aparecen los molinos accionados por vapor, la nueva tecnología desarrollada permitió la utilización del vapor como fuerza motriz, se dio un proceso de migración masiva del campo a la ciudad. Con el crecimiento de la población, se necesitaron nuevos métodos de molienda y panificación. La utilización de piedras en la molienda fue reemplazada por acero y la harina de estos molinos era más fina y el pan era más liviano.

Con la invención de la energía eléctrica se sustituyen las aspas de los molinos por la electricidad, surgen los motores eléctricos y aparecen los cilindros en reemplazo de las muelas del molino. Así cada vez más se van reduciendo los costos de producción, además se aumenta la producción, las variedades y calidades del pan.

3.1.2. DEFINICIÓN DEL PAN

Alimento hecho de harina de cereales, sal y agua; formando una pasta que se amasa hasta quedar glutinosa y que se deja fermentar por levaduras para cocerla al horno.

Cuando una suspensión acuosa de almidón se deja reposar, se hace opalescente y finalmente precipita en un intento por cristalizar, este fenómeno

es más rápido a medida que la concentración de almidón aumenta y la temperatura disminuye hacia 0°C, permitiendo el endurecimiento del pan.

Los panes se pueden elaborar con diversos cereales o mezclas como el centeno, cebada, avena, maíz, arroz, sorgo y trigo, este último es el que contiene la mayor cantidad de gluten que retiene el gas producido por las levaduras que elevan el pan.

Al pan se le puede añadir leche, mantequilla, huevos, azúcar, miel, plátanos, pasas, betabel o zanahorias y semillas de ajonjolí, calabaza, avellanas, girasol, nueces, etc; también condimentos como el apio, comino, eneldo, cardamomo, anís, pero siempre conviene poner algo de sal.

El aceite, la mantequilla, la margarina y el tocino sirven para mantener húmedo el pan y la retención de agua varía según la clase de harina empleada.

En la elaboración del pan se puede intentar una combinación de dos o tres harinas diferentes, pero generalmente conviene añadir algo de harina de trigo.

3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PAN

3.2.1. HARINAS

La harina es el principal ingrediente del pan, consta básicamente de un cereal (o una mezcla de ellos) que ha sido molido finamente hasta llegar a una textura en forma de polvo (sólo el endosperma del cereal). Dependiendo del uso final que se quiera dar a la harina: pastas, panadería, repostería, se muele con mayor o

menor intensidad hasta lograr un polvo de una fineza extrema; se comercializa en paquetes que rondan el kilogramo, el embalaje se suele presentar en papel o cartón. Las harinas comercializadas en la actualidad llevan una mezcla de diversos tipos de cereal molidos, y por regla general suelen estar enriquecidas.

Conocer y determinar las características organolépticas y fisicoquímicas de las harinas es importante cuando se pretende elaborar cierta cantidad de pan y cuando queremos que estos sean de buena calidad.

En las harinas de buena calidad el color es blanco amarillento, en las medianas blanco mate y en las inferiores blanco empañado a rojizo, el sabor de las harinas buenas es parecido al del engrudo fresco y es acre, ácido, picante o dulce, al tacto las harinas buenas son frescas, mientras que las malas son ásperas, no se pegan a los dedos y no dejan sensación de fresco.

La harina refinada contiene almidón, gluten y extracto soluble, este último formado por dextrinas, azúcares simples, fosfatos, sustancias nitrogenadas, albúminas, vitaminas y minerales.

- Tipos de harinas:
 - ✓ Harinas duras: alto contenido de proteínas.
 - ✓ Harinas suaves: bajo contenido de proteínas.

3.2.1.1. Harina de trigo

La harina de trigo es un producto obtenido del trigo blando y se destina a la producción del pan, galletas, pastas, etc; mientras que la harina que se obtiene de los trigos duros se utiliza para la pastelería o alimentos caseros.

Anteriormente la harina era consumida de manera integral, o sea con todos los componentes del trigo, hoy se separa varias partes del trigo, se utiliza las partes externas para que resulte una harina más refinada y blanca.

La harina blanca que resulta es rica en hidratos de carbono, pero no contiene ni minerales, ni vitaminas que se encuentran en el salvado y en el germen de trigo. Cuanto más blanca la harina, menos calidad alimentaria tiene; el pan negro es el de más alta calidad.

La harina de trigo posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína – gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones producen una masa consistente. Esta es una masa tenaz, con ligazón entre sí, que en nuestra mano ofrece una determinada resistencia, a la que puede darse la forma deseada y que resiste la presión de los gases producidos por la fermentación para obtener el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen.

El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina. El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad, capacidad para ser trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma de las piezas.

La cantidad de proteína es muy diferente en diversos tipos de harina. La harina especial influye sobre el contenido de proteínas y con ello sobre la cantidad de gluten que tiene el tipo de trigo, época de cosecha y grado de extracción.

A las harinas que contienen menos proteína – gluten se las llama pobres en gluten, en cambio, ricas en gluten son aquellas cuyo contenido de gluten húmedo es superior al 30 %. Harinas ricas en gluten se prefieren para masas de levadura, especialmente las utilizadas en la elaboración de masas para hojaldre.

3.2.2. LEVADURAS

En sus comienzos, la elaboración de pan se hacía sin levadura, pero desde que se descubrió que ésta fermenta y esponja la masa, haciéndola más rendidora, produciendo panes más suaves y de mejor sabor; las levaduras se convierten en un elemento indispensable para la panificación.

Las levaduras son microorganismos intermedios entre las bacterias y los hongos, clasificándose como Fungi imperfecti, su modo de reproducción, puede ser sexual o asexual.

Sus células son esféricas u ovaladas con pared celular bien definida formada por celulosa. Generalmente son células más grandes que las bacterias y a diferencia de estas, muestran un núcleo discreto, siendo persistentemente unicelulares y sin crecimiento filamentoso como los mohos.

Son más conocidas por su habilidad para producir fermentación alcohólica y por las enzimas que producen, así algunas producen la enzima invertasa, que

transforma la sacarosa (Azúcar de caña) en dextrosa y levulosa, otras producen la enzima maltasa, que parte a la maltosa en dos dextrosas y a esta en alcohol y bióxido de carbono, esta última se emplea en la fabricación de cerveza de malta.

La levadura empleada en panificación es conocida como levadura natural o levadura ácida, debido a su tendencia a producir ácido acético (vinagre) cuando se pasa en la masa.

Cuando la levadura natural se desarrolla en la masa, esta debe reproducirse notablemente y adquirir un olor alcohólico; recuperando su forma al ser oprimida con suavidad y flotar en el agua, al partirla debe mostrar muchos poros, aunque su superficie haya de ser siempre lisa y sin poros. Esta se destruye y se puede conservar congelada o refrigerada. Para que la levadura prospere bien, la masa debe taparse con mantas húmedas o cubrirse con una gruesa capa de manteca o aceite.

Las levaduras químicas tienen la finalidad de producir reacciones químicas que liberan gran cantidad de ácido carbónico o bióxido de carbono (CO_2), pero nunca serán tan buenas como las levaduras naturales, las cuales además imprimen un sabor y textura inmejorables.

3.2.2.1 Clasificación de las levaduras:

- ✓ Levadura seca: Se obtiene de los tanques de fermentación y posteriormente se desecan para detener los procesos metabólicos de las levaduras.
- ✓ Levadura química: Se trata de compuestos químicos capaces de generar gases (generalmente dióxido de carbono), tal y como lo haría una levadura.
- ✓ Levaduras naturales: Son aquellas presentes en el propio cereal, en la atmósfera, etc. Estas levaduras se caracterizan por un lento proceso de fermentación (proporcionan menos dióxido de carbono), pero proporcionan un 'sabor clásico' al pan realizado con ellas.
- ✓ Levadura fresca: Obtenida inmediatamente de una fermentación y posteriormente refrigerada en forma de cubos (de 50 g aproximadamente) con textura de pasta comprimida que poseen una vida útil de escasas semanas. Los elaboradores de pan suelen preferir este tipo de levadura, el problema es que posee una vida media inferior a otras levaduras.

3.2.2.2. Requisitos de la calidad de la levadura:

- ✓ Fuerza, es la capacidad de gasificación que permite una fermentación vigorosa.
- ✓ Uniformidad, la levadura debe producir los mismos resultados si se emplean las mismas cantidades.
- ✓ Pureza, evitar la ausencia de levaduras silvestres.

- ✓ Apariencia, debe ser firme al tacto y al partir no se desmorona mucho, debe demostrar algo de humedad.

3.2.2.3 Condiciones de vida de la levadura

Para que la levadura pueda desarrollarse plenamente y cumplir con su función de leudar la masa, le preparamos las condiciones más favorables para su existencia.

- ✓ Alimentación: La levadura se encuentra abundantemente en las masas. Vive de los nutrientes de la harina y agregados de azúcar, que son degradados por las enzimas de la harina y de la levadura, para ser consumidos. Esto produce una pérdida de peso por fermentación, que puede alcanzar, según el tipo de conducción de la masa, entre 1 a 4,5%; el alimento preferido por la levadura es la glucosa.
- ✓ Humedad: Las células de levadura sólo pueden tomar nutrientes disueltos a través de los finos poros de su pared celular. Para ello debe disponerse de suficiente cantidad de agua, masas blandas facilitan el trabajo de la levadura.
- ✓ Oxígeno: Durante el crecimiento y reproducción, la levadura necesita mucho oxígeno para respirar, lo obtiene del aire de la harina ventilada, suelta, y con el agregado de líquidos ricos en aire. También es favorable una conducción de la masa aireándola durante el trabajo mecánico. El oxígeno es necesario para la combustión de la glucosa (oxidación).

- ✓ Calor: La levadura necesita calor, las mejores temperaturas son entre 20 y 40°C. Para su crecimiento y multiplicación prefiere temperaturas más bajas, durante la fermentación temperaturas superiores:
- La levadura no resiste temperaturas sensiblemente superiores:
 - ✓ A 55°C suspende su actividad de vida
 - ✓ A 60°C muere la célula de la levadura, coagula su proteína celular
- Temperaturas adecuadas de la levadura
 - ✓ Temperatura más conveniente para la multiplicación = 25 a 27°C
 - ✓ Temperatura más conveniente para la fermentación = 35°C

3.2.3. AGUA

El tipo de agua a utilizar debe ser alcalina, es aquella agua que usualmente utilizamos para beber. Cuando se amasa harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas gliadina y glutenina al mezclarse forman el gluten unidos por un enlace covalente que finalmente será responsable del volumen de la masa.

El agua tiene como misión activar las proteínas de la harina para que la masa adquiera textura blanda y moldeable. Posee además la capacidad disolvente acuoso de las sustancias añadidas a la masa, siendo necesaria para la marcha de la fermentación. La composición química del agua empleada afecta a las cualidades del pan y la proporción de agua empleada en la elaboración de la masa que influencia la consistencia final.

No obstante la cantidad de agua que puede absorber una harina depende del tipo de cereal empleado en su elaboración y de la composición de proteínas (por ejemplo las harinas de alto contenido proteico absorben más agua).

La calidad y composición de las aguas influyen en la formación de la masa, por ejemplo se sabe que las aguas con un carácter ácido endurecen la red de gluten, mientras que las alcalinas suavizan la masa. Esta es la razón por la que a veces se emplean aguas minerales o filtradas en la elaboración de la masa para evitar que estas variables afecten negativamente a la masa final; matando o inhibiendo a las levaduras.

El medio líquido de la mezcla puede también contener otras sustancias líquidas con una función similar a la del agua, como puede ser la leche, el suero de mantequilla, bebidas alcohólicas como puede ser el vino, cerveza o whisky de malta e incluso mezclas avinagradas diversas.

Algunas investigaciones muestran que el proceso de hidratación de la masa tras su mezcla con el agua puede llevar entre 10-20 minutos, tiempo que es necesario para reposar la masa y dejar que se 'impregne' por completo. Conviene retrasar la adicción de la levadura hasta que la masa se haya hidratado bien, tras este periodo de 'reposo'.

3.2.4. SAL

El cloruro de sodio o sal común (Cl-Na), está compuesto por un átomo de cloruro de sodio y un átomo de sodio, dicho compuesto posee la facultad de disolverse fácilmente en el agua, aportando a la masa un sabor característico.

A excepción del pan sin sal, la sal se emplea en todas las masas fermentadas. Pocas panaderías le brindan la atención como ingrediente saborizante, regulador de la fuerza, equilibrio de la masa y como factor determinante de la calidad.

3.2.4.1. Características

La sal que se emplee en la panadería cuando se disuelve en el agua debe ser limpia y sin sustancias insolubles que se depositan en el fondo.

Es frecuente en algunos panaderos el uso de sal gorda, práctica poco aconsejable ya que si no se disuelve bien la sal aparecerán manchas oscuras sobre la corteza. Lo ideal es utilizar sal fina fácil de disolver, para asegurar su correcta disolución.

3.2.5. AZÚCAR

Se utiliza la sacarosa que vulgarmente se conoce como azúcar, extraída de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, es la que generalmente se emplea en panadería.

3.2.6. GRASAS

Es la materia grasa más utilizada en nuestro medio, es más económica que la mantequilla.

3.2.6.1. Clasificación de las grasas

- ✓ Manteca o grasa de cerdo: brindan un buen sabor al pan.
- ✓ Mantequilla: es la grasa separada de la leche por medio del batido.
- ✓ Aceites vegetales: se obtienen sometiendo las semillas a un proceso de prensado (girasol, maní, ajonjolí etc.).

3.2.6.2. Características de las grasas

- ✓ Elasticidad, que es la dureza o favorabilidad.
- ✓ Punto de cremar, es la propiedad de incorporar aire en el proceso de batido fuerte en unión con azúcar o harina.
- ✓ El punto de fusión, es la temperatura por la que es transformada al estado líquido.

3.2.7 HUEVOS

Son un alimento muy nutritivo. Su peso aproximado es de 60 g, de los cuales 20 g. pertenecen a la yema, 35 g. a la clara y 5 g. a la cáscara. Unen los elementos gracias al agua que contienen, enriquecen la masa y le otorgan suavidad.

3.3 FUNCIONES BIOQUIMICAS DE LOS INGREDIENTES EN EL PAN

3.3.1 GLUTEN

Es la sustancia tenaz, gomosa y elástica que se forma en la masa mediante la adición del agua. El gluten se forma por la unión entre las proteínas gliadina y glutenina.

- ✓ Gliadina: es pegajosa y le da al gluten su cualidad adhesiva.
- ✓ Glutenina: le da tenacidad y fuerza. Estas dos proteínas son las que regulan la propiedad de retener el gas.

3.3.1.1 Calidad del gluten:

Se mide por:

- ✓ Capacidad de absorción y retención del agua.
- ✓ Capacidad de retener el gas carbónico.
- ✓ La humedad tiene que estar alrededor de 14%
- ✓ Tiene que haber presencia de cenizas (material mineral).

3.3.2 ALMIDÓN

El almidón representa aproximadamente el 70% de peso de la harina y posee como funcionalidad la energía que necesitará la futura planta para poder crecer. Se presenta en forma de gránulos que poseen dos moléculas de almidón distintas: la amilosa y la amilopectina. Estas dos moléculas se organizan en los gránulos con una estructura casi-cristalina que absorbe poca agua. Los

almidones cumplen la misión de repartir la humedad de forma homogénea durante el amasado y de proporcionar una estructura semi-sólida a la masa. La harina junto con los lípidos existentes en los granos son los que proporcionan los olores característicos del pan.

El porcentaje de gluten define a veces los tipos de harina: por ejemplo las harinas de fuerza son aquellas que poseen un alto contenido de gluten (puede superar el 11% de peso total), es por esta razón que un alto contenido de gluten hace que el amasado requiera más fuerza ya que la masa de estas harinas es más resistente al estirado manual.

Al contrario, las harinas débiles son aquellas con un contenido bajo en gluten que proporcionan masas más fáciles de manipular. Algunas variedades de cereales contienen más gluten que otras, por ejemplo: la harina de trigo es rica en gluten y por ello importante para crear una textura esponjosa, por el contrario las harinas de cebada o de avena poseen menos gluten y menos capacidad de retener el CO₂ (resultando masas menos esponjosas).

3.3.3. FUNCIONES DE LA LEVADURA EN PANIFICACIÓN

- ✓ Hace posible la fermentación.
- ✓ Aumenta el valor nutritivo al suministrar el pan proteína suplementaria.
- ✓ Convierte a la harina cruda en un producto ligero.
- ✓ Da el sabor característico al pan.

3.3.3.1. Necesidades de la levadura para actuar

- ✓ Azúcar, como fuente de alimento.
- ✓ Humedad, sin agua no puede asimilar ningún alimento.
- ✓ Materias nitrogenadas, necesita nitrógeno y lo toma de la proteína de la harina.
- ✓ Minerales, la levadura necesita sales minerales para una actividad vigorosa.
- ✓ Temperatura adecuada, mantenerlo refrigerado hasta el momento de su uso.

3.3.4 FUNCIONES DEL AGUA EN PANIFICACIÓN

- ✓ Formación de la masa: el agua es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa.
- ✓ Fermentación: para que las enzimas puedan actuar hace falta el agua para que puedan difundirse a través de la pared o la membrana que rodea la célula de levadura.
- ✓ El agua es el que hace posible la propiedad de plasticidad y extensibilidad de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido en la fermentación.
- ✓ Efecto en el sabor y la frescura: el agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan.

- ✓ Hidrata el almidón que junto con el gluten dan por resultado la masa plástica, suave y elástica.

3.3.5 FUNCIONES QUE CUMPLE LA SAL EN EL PAN

- ✓ Mejora el sabor, fortalece el gluten, puesto que le permite a la masa retener el agua y el gas.
- ✓ La sal controla o reduce la actividad de la levadura, ejerce una acción bactericida, no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa.
- ✓ Las proporciones recomendables de sal a utilizar son: desde 1.5 hasta 3.0%.
- ✓ Frena la actividad de la levadura
- ✓ Aumenta la conservación en el pan
- ✓ Produce la corteza más fina y crujiente

3.3.6 FUNCIONES DEL AZÚCAR

- ✓ Sirve de alimento para la levadura.
- ✓ Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua.
- ✓ El azúcar es higroscópico, absorbe humedad y trata de guardarse con el agua.

- ✓ Le da suavidad al producto.
- ✓ Los azúcares producidos colaboran con la tostación y sabor del producto horneado.

3.3.7. FUNCIÓN DE LA GRASA

- ✓ Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante
- ✓ Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9.000 calorías por kilo.
- ✓ Mejora la conservación
- ✓ Disminuye la pérdida de humedad
- ✓ Ayuda a mantener fresco el pan.

3.4 PROCESOS DE PANIFICACIÓN

3.4.1. MEZCLA DE LOS INGREDIENTES

Antes de comenzar el amasado, es primordial la distribución homogénea de las células de levadura en la harina, para lo cual es necesario colocar el líquido a fin de que se separe las células y se dispersen.

Es importante tener en cuenta la temperatura del agua: Cuando se usa levadura comprimida el agua debe ser tibia y cuando se utiliza levadura seca, la temperatura ideal es entre 40 °C y 46 °C, para rehidratar las células.

Si el agua es más caliente, puede inactivar a las levaduras y si está por debajo de 40 °C, parece ser que se difunde de las células una sustancia nociva como es glutatión que tiene poder reductor repercutiendo a la calidad de la masa.

Una vez que la levadura ha sido dispersa en el líquido, se agrega la harina, cuyos componentes captan el agua a diferente velocidad; de ahí que es muy importante que la harina se hidrate bien antes de comenzar el amasado.

La captación del agua depende del tipo de harina; cuando se eleva la cantidad de agua fijada, se favorece todas las reacciones que se producen con los constituyentes de la harina.

3.4.2 FORMACIÓN DE LA MASA

La formación de la masa se compone de dos subprocesos: la mezcla y el trabajado (amasado).

La masa comienza a formarse justo en el instante cuando se produce la mezcla de la harina con el agua. En este momento el medio acuoso permite que aparezcan algunas reacciones químicas que transforman la mezcla en una masa casi 'fibrosa', esto es debido a las proteínas de la harina (gluten) que empiezan a alinearse cientos de cadenas.

Al realizarse la mezcla entre la harina y el agua, formándose la primera masa antes de ser trabajada; es mejor dejar reposar aproximadamente durante 20 minutos con el objeto de permitir que la mezcla se haga homogénea y se hidrate por completo

La elaboración de la masa se puede hacer a mano o mediante el empleo de un mezclador. Al acto de trabajar la masa se denomina amasar.

La masa se trabaja de forma física haciendo primero que se estire con las manos para luego doblarse sobre sí misma, comprimirse (se evita la formación de burbujas de aire) y volver a estirar para volver a doblar y a comprimir, repitiendo el proceso varias veces. Procediendo de esta forma el alineamiento de las moléculas de gluten haciendo que se fortalezca poco a poco la masa y permita capturar mejor los gases de la fermentación.

Durante el amasado se atrapa el aire de la masa necesario para posibilitar la acción de las levaduras.

Las principales características del gluten son:

- ✓ Elasticidad.- Determina la capacidad de retención de gas y la formación de una estructura esponjosa, siendo responsables las gluteninas.
- ✓ Extensibilidad.- Permite tomar diferentes formas, debido especialmente a las gliadinas.

3.4.3. FERMENTACIÓN Y REPOSO

La fermentación del pan ocurre en diversas etapas. La denominada 'fermentación primaria' empieza a ocurrir justamente tras el amasado y se suele dejar la masa en forma de bola metida en un recipiente para que 'repose' a una temperatura adecuada. Durante esta espera la masa suele adquirir mayor tamaño debido a que la levadura libera dióxido de carbono (CO_2) durante su etapa de metabolismo, se dice en este caso que la masa fermenta.

La masa parece que se va 'inflando' a medida que avanza el tiempo de 'reposo'. La temperatura de la masa durante esta fase del proceso es muy importante debido a que la actividad metabólica de las levaduras es máxima a los 35 °C.

El final de la fermentación primaria lo indica el volumen de la masa 'hinchada' (se menciona a veces que debe doblar el volumen), la red de gluten se estira hasta llegar a un límite que no puede sobrepasar. Una de las pruebas más populares para comprobar que se ha llegado al límite es presionar la masa con un dedo, y se comprueba que la marca permanece, entonces se deduce que el gluten se ha estirado hasta su límite.

Tras el reposo se produce una segunda fermentación; antes de que ésta ocurra se le suele dar a la masa su forma definitiva: barra, trenza, etcétera.

3.4.4 BOLEADO

Se trata de una operación que en ocasiones se practica después del peso y que consiste en enrollar la masa dividida para darle una forma esférica. Este boleado se hará con mayor o menor intensidad según la fragilidad, consistencia y el grado de hidratación de la masa.

Se pesa la masa (50 gr), realizando un movimiento en forma circular y utilizando harina para evitar la adherencia a la superficie de trabajo y a las manos.

3.4.5 HORNEO

En esta fase del proceso de elaboración del pan se suele emplear una fuente de calor que en la mayoría de los casos se trata de un horno, la cocción estándar se realiza dependiendo del tamaño del pan y el tipo de horno. La duración del horneado puede oscilar entre los 12 y 16 minutos para los panes pequeños, alcanzando más de una hora para las piezas más grandes.

Los 10 primeros minutos de la cocción suelen resecar el ambiente del horno y es esta la razón por la que suele pulverizarse, los hornos profesionales suelen tener la posibilidad de inyectar vapor en estas fases del horneado. Las diferencias de temperatura alcanzadas entre la miga interior y la corteza pueden alcanzar los 100 °C, por lo que conviene asegurarse que el interior alcanza esta temperatura para poder garantizar la erradicación de los posibles organismos patógenos que hayan quedado en la masa, dependiendo del tipo de pan, de si se ha empleado levaduras o no, la masa puede sufrir un crecimiento dentro del horno.

El horneado, con su elevada temperatura "mata" las levaduras (si se hizo el pan con levadura), pero la 'aireación' que hinchó la masa tras la fermentación permanece. Desde el punto de vista reológico el horneado convierte una masa visco elástica en un pan elástico. La masa es un gel que en el caso de los panes fermentados retiene dióxido de carbono en su interior, mientras que el pan horneado es una esponja que resulta permeable al gas.

En el horneado la temperatura crece progresivamente desde el exterior al interior, el color de la corteza oscuro se debe a la reacción de Maillard (es un complejo conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y

azúcares presentes en los alimentos cuando éstos se calientan), a veces se modula este color con aditivos.

- Cambios durante la cocción:
 - ✓ Aumenta la actividad de la levadura y produce grandes cantidades de CO₂.
 - ✓ A una temperatura de 4 °C, las células de las levaduras inactivan y cesa todo el aumento de volumen.
 - ✓ A los 55 °C la levadura muere.
 - ✓ Algunas de las células de almidón explotan convirtiéndose en jalea.
 - ✓ La diastasa transforma el almidón en maltosa.
 - ✓ Al llegar a 77 °C cesa la acción de la diastasa.
 - ✓ Entre los 50 y 80 °C las proteínas del gluten se modifican.
 - ✓ Empieza la caramelización de la capa externa del pan desde los 110 a 120 °C. A los 200 °C el pan esta cocido.

3.4.6. ENFRIAMIENTO

Tras la cocción en el horno sobreviene directamente el enfriamiento del pan debido a que se extrae de la fuente primaria de calor y poco a poco va enfriándose, debe decirse que en este proceso la capa de la corteza suele tener muy poca humedad y muy alta temperatura (la corteza tiene una humedad relativa del 15% mientras que la miga un 40%). Durante el enfriamiento la humedad interior de la miga sale al exterior a través de la corteza, la velocidad de pérdida de humedad dependerá en gran parte de la forma que posea el pan.

El desecado interior va dando firmeza al almidón. No suele aconsejarse ingerir el pan cuando está recién salido del horno, el proceso de enfriamiento es igualmente un proceso de 'maduración', este proceso es más necesario incluso para aquellos panes que han necesitado de masas ácidas en su elaboración.

3.4.7. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento evita los cambios físicos y químicos en el pan debido a las actividades microbianas principalmente, el resultado de esos cambios resulta en un cambio de las propiedades organolépticas en aroma y textura. En algunas ocasiones se vende en los supermercados pan congelado, que evidentemente soporta mayor tiempo de vida que un pan envasado en bolsas de plástico.

Hoy en día se sabe que la retrogradación de los almidones del pan a formas cristalinas es una de las principales causas de la dureza del pan, los procesos que causan que el pan se ponga rancio y duro empiezan durante la fase final de enfriado (es decir al salir del horno), comenzando incluso antes de que el almidón se haya solidificado. Durante el almacenamiento la miga del pan se va poniendo cada vez más dura, seca y crujiente. En este proceso la corteza se va haciendo más blanda y húmeda.

Se puede decir que el proceso de envejecimiento del pan se debe principalmente a la aparición de dos sub-proceso de forma separada: la rigidez causada por la transferencia de humedad desde la miga a la corteza y la rigidez intrínseca de las paredes celulares asociada a la re-cristalización durante el almacenamiento.

Durante el envejecimiento, el contenido húmedo de la corteza va aumentando como resultado de la migración hacia fuera desde su interior, si se envuelve el pan en una lámina anti-humedad se acentúa la degradación de la corteza haciendo que la humedad de la miga no migre hacia afuera. Sin embargo se aconseja el embalado del pan debido a que reduce la pérdida global de humedad a la atmósfera.

Se ha comprobado que calentar el pan a temperaturas cercanas a los 60 °C hace que se pueda revertir el proceso de dureza en el pan. Esto ocurre debido a que las moléculas retenidas en la estructura de los glóbulos de almidón se liberan y además los geles de las amilasas vuelven a ser tiernas de nuevo. Esta es la razón por la que el pan duro a veces se pone blando en el horno a temperaturas ligeras (por debajo de los 60 °C), se aconseja para evitar el endurecimiento del pan que si se va a consumir en uno o dos días se almacene en una panera o en una simple bolsa de papel para mantener la humedad perfectamente. Si se va a consumir el pan en más de dos días se aconseja meterlo en una bolsa de plástico y congelarlo por completo.

Comparado con otros alimentos, el pan contiene poca agua, y esto significa que puede ser contaminado por hongos si no es adecuadamente almacenado. Las especies de hongos azules que suelen atacar el pan son: *aspergillus* y *penicillium* así como las especies de *monilia sitophila*.

En los panes de origen industrial se suelen añadir tras el fermentado algunos antifúngicos con el objeto de evitar la degradación por hongos y poder almacenar durante más tiempo el pan.

3.5. CARACTERÍSTICAS DEL PAN

- ✓ El volumen del pan fresco o recién elaborado, es un buen indicador sobre la calidad panadera de la materia prima y del método correcto de preparación.
- ✓ La corteza es delgada y de un color marrón claro uniforme. La parte superior es brillante, rígida y quebradiza.
- ✓ Cuando se ejerce una leve presión se deprime pero tiende a recuperar su forma rápidamente, debido a la elasticidad de la miga.
- ✓ La miga debe ser esponjosa, húmeda, pero no en exceso, con distribución homogénea de las paredes celulares, que deben ser delgadas, de color blanquecino y algo brillante.
- ✓ En el pan cortado se debe observar: el reposo y uniformidad de la corteza y la miga. Si la corteza es muy gruesa indica exceso de cocción.
- ✓ El sabor debe ser agradable y nunca con olor y sabor a levadura.

3.6. DEFECTOS COMUNES EN LA PREPARACIÓN DEL PAN

3.6.1. TEXTURA CERRADA Y VOLUMEN POBRE.-

- ✓ Se prepara con harinas suaves
- ✓ Incorrectas proporciones y métodos de cocción
- ✓ Las levaduras se desactivaron por estar en un ambiente muy caliente.

3.6.2. TEXTURA GROSERA Y ABIERTA.-

- ✓ Demasiadas levaduras
- ✓ Líquido muy abundante
- ✓ Amasado muy prolongado
- ✓ Horno frío.

3.6.3. SABOR AGRIO Y FERMENTADO.-

- ✓ Por excesiva fermentación
- ✓ Demasiada levadura
- ✓ Levaduras viejas o frescas mezcladas con mucha azúcar

3.6.4. PAN QUE SE AÑEJA RÁPIDAMENTE.-

- ✓ Demasiada levadura
- ✓ Harina muy suave

- ✓ No tiene grasa en la preparación
- ✓ Levantamiento muy alto de temperatura.

3.6.5. MASA QUE COLAPSA EN EL HORNO.-

- ✓ Masa demasiado trabajada y fermentada
- ✓ Temperatura baja del horno.

3.6.6. CORTEZA QUE SE SEPARA DE LA MIGA.-

- ✓ Masa con abundantes burbujas,
- ✓ Colocada en horno muy caliente
- ✓ Molde muy pequeño.

3.6.7. LA CORTEZA SE ROMPE ANTES DE RETIRARLA DEL HORNO.-

- ✓ Excesiva fermentación
- ✓ Horno demasiado caliente
- ✓ Enfriamiento realizado en una corriente de aire.

3.7. ENVEJECIMIENTO DEL PAN

El pan mantiene las características de fresco por algunas horas, debido a que hay modificaciones en su estructura que lo llevan a envejecer. Para prolongar el

estado del pan fresco es conveniente mantenerlo a una temperatura cerca a la 60 °C, pero se corre el riesgo de que aparezcan mohos.

Otra forma de conservar es a temperaturas de congelación (alrededor de los 18 °C) y no por simple refrigeración, ya que la velocidad de endurecimiento aumenta cuando la temperatura disminuye 0 °C. El agregado de grasas, emulsiones y ablandadores pueden retardar el envejecimiento del pan, pero no prolongarlo.

Las manifestaciones de este proceso se reconoce por que el pan se seca, se endurece y pierde la elasticidad; la miga se hace tosca, rígida y se desmenuza con facilidad, desarrollándose sabores desagradables.

3.8. LA OCA

3.8.1. ORIGEN

Los Andes son el único lugar en el mundo donde se han domesticado tubérculos para la alimentación humana. Además de las conocidas especies del género *Solanum* (papas), se logró la domesticación de un grupo de tubérculos afines morfológicamente, pero de distintas familias botánicas que han sido menos estudiadas y valorizadas en el mundo.

Los tubérculos nativos de las zonas altas de la cordillera andina, aunque de apariencia parecida entre ellos, pertenecen a distintas familias botánicas: Oxalidáceas, la oca; Baséláceas, el olluco y Tropeoláceas la mashua. Algunas veces se los confunde porque reciben también diferentes nombres según los países.

La domesticación de la oca, el olluco y la mashwa es muy antigua, como lo evidencian las representaciones cerámicas. De lo que se sabe la oca fue la primera en ser domesticada, luego siguieron el olluco y finalmente la mashua.

A diferencia de la papa, estas especies han sido poco ensayadas en otros medios. Sin embargo, durante la Colonia se llevó material de oca, de tubérculos rojos y ojos claros, a México. En Europa, el famoso agricultor francés Vilmorin ya escribió en 1848 sobre las bondades del olluco que él había cultivado, aún ahora se encuentra esta especie en ciertos lugares del sur de Francia. En la actualidad se puede adquirir la oca en los mercados de Auckland, Nueva Zelandia.

3.8.2. OCA (OXALIS TUBEROSA)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Geraniales
Familia:	Oxalidácea
Género:	Oxalis
Especie:	Tuberosa
Nombre Binomial:	Oxalis tuberosa

La oca (quechua), papa oca o ibia (*Oxalis tuberosa*) es una planta perenne que se cultiva en la puna de los Andes centrales y meridionales, entre los 3.000 y los

3.900 metros en los Andes septentrionales, por su tubérculo comestible rico en almidón.

También conocida como apiha, apiña, apilla, kawi (en aymara), lamaki (en kallawalla), timbo, quiba, papa roja o huisisai; la oca es un cultivo tradicional de la región andina como sustituto y complemento de la papa. Aunque tarda más en alcanzar la madurez, y tiene en consecuencia un rendimiento menor, La oca es más resistente que la papa a las plagas y garantiza por lo tanto una producción estable; es el tubérculo más cultivado después de la papa, en los países como Perú, Ecuador y Bolivia.

La acidez de la oca se debe a la presencia de concentraciones bastante altas de ácido oxálico, sobre todo en la cáscara del tubérculo. Los métodos tradicionales de preparación de los pueblos andinos estaban encaminados a reducirla; es posible cocerla en varias aguas para eliminar progresivamente el ácido.

La exposición del tubérculo al sol durante un período de hasta una semana es útil también para eliminarlo, ayudando además a la producción de azúcares. Las variedades modernas, sin embargo, han logrado reducir la concentración.

En Nueva Zelanda, donde sólo se conoció a finales del siglo XX, ha tenido muy buena aceptación y es consumida hervida, asada o frita.

En el Perú que es uno de los tubérculos de mayor importancia se ha ido introduciendo en su Gastronomía hoy en día podemos encontrar en diferentes tipos de preparaciones en este país.

La oca un tubérculo con mayor aporte de fibra que la papa y fuente importante de vitamina C, congelado y secado se denomina khaya que sirve para la preparación de dulces con canela, clavo de olor y chancaca, o para hacerle más nutritiva se le agrega leche.

Si se lava después de la congelación se obtiene un producto más blanco, considerado de calidad superior, denominado okhaya; la harina de esta última se utiliza para preparar mazamorras y dulces. La oca es, ante todo, una buena fuente de energía; las cantidades de proteínas y grasas son bajas.

3.8.3. VALOR NUTRICIONAL

Es muy variable, pero igual o mejor que la papa. Su contenido de proteína generalmente está cerca del 9% y además tiene buena proporción de aminoácidos esenciales.

- La OCA en estado fresco tiene el siguiente contenido:

Elemento %

- ✓ Humedad 70 a 80
- ✓ Carbohidratos 11 a 22
- ✓ Grasa 1
- ✓ Fibra 1
- ✓ Ceniza 1
- ✓ Proteínas

3.8.4. DIVERSIDAD GENÉTICA

El sistema de autoincompatibilidad presente en la oca y la consiguiente polinización cruzada, unido a la selección estética efectuada por los agricultores

andinos, deben haber influido en la existencia de la gran diversidad de colores y formas de tubérculos, así como número y profundidad de “ojos” o “yemas”.

La alta variabilidad encontrada en el color de tubérculos sugiere una variación continua, ya que el color varía desde el blanco hasta el negro, pasando por distintas tonalidades de amarillo, rosado y rojo. El color de la pulpa también parece seguir una variación continua pero menor que el color de la piel.

Se han observado ocas de pulpa blanca marfileña, amarilla y púrpura-morado en diversas tonalidades. Una gran cantidad de formas presenta el anillo vascular del tubérculo pigmentado con la misma coloración de la piel, seguido en intensidad de color por la médula.

3.8.5. MORFOLOGÍA

3.8.5.1. Altura: La oca es una herbácea compacta de tipo perenne y mide entre 20 y 30 cm de alto.

3.8.5.2. Tallo: Sus tallos tienen forma cilíndrica y su color varía entre amarillo, verde, violeta y rojizo.

3.8.5.3. Hojas: La oca posee hojas alternas y trifoliadas, parecidas al trébol. Su tipo de crecimiento, forma, ángulo y grosor, las hacen muy eficientes para realizar la fotosíntesis.

3.8.5.4. Inflorescencia: Se forman en las axilas superiores de los tallos y presentan de 4 a 5 flores. Cada flor tiene 5 pétalos amarillos con

rayas moradas, 10 estambres y un pistilo de tamaño variable, la estructura floral facilita la polinización cruzada.

3.8.5.5. Tubérculos: Los tubérculos de la oca tienen forma elipsoidal, cilíndrica, cuyo sabor puede ser dulce o amargo.

Presentan numerosas yemas u "ojos" en toda su superficie, y colores muy variados como el blanco, amarillo, rosado, morado rojo y anaranjado.

3.8.5.6. Cultivo: En la región andina donde tradicionalmente se consume, la oca se planta entre los 2,800 y los 4,000 metros. En Nueva Zelanda, sin embargo, se ha plantado con éxito a nivel del mar. La oca requiere precipitaciones moderadas, de entre unos 550 y unos 2100 mm anuales.

El sabor del tubérculo es intenso y ligeramente ácido; según la cocción empleada, la textura va desde el crocante, como la de una zanahoria, a almidonada y harinosa cuando está completamente cocida.

3.8.6. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.8.6.1. Luz solar: Generalmente requiere de períodos diurnos menores de 12 horas para iniciar la formación del tubérculo. En la mayoría de los

casos los días con luz solar más largos producen solamente el desarrollo del follaje.

3.8.6.2. Precipitación: El cultivo crece en lugares donde las lluvias varían de 570 a 2,150 mm, distribuidas uniformemente a través todas las etapas de crecimiento.

3.8.6.3. Altitud: En los Andes del Perú, Bolivia y Ecuador, desarrolla entre 2,800 a 4,000 msnm. Sin embargo, en Nueva Zelanda crece cerca al nivel del mar.

3.8.6.4. Bajas temperaturas: Es resistente a bajas temperaturas y prospera en climas fríos moderados, no obstante las heladas destruyen su follaje.

3.8.6.5. Altas temperaturas: Las temperaturas por encima de los 28° C destruyen la planta.

3.8.6.6. Tipo de suelo: Parece indiferente al tipo de suelo donde crece, pero se ha reportado que tolera de 5.3 a 7.8 pH de acidez.

3.8.7. COSECHA

Se cosechan igual que la papa; pero tienden a ser más frágiles, es por ello que tienen que ser manipulados con cuidado. La producción promedio es de aproximadamente 5 Tm/Ha, bajo la agricultura tradicional andina, mientras que

en cultivos comerciales (Nueva Zelanda y Perú) la producción es de 7-10 Tm/Ha; de cualquier modo esta figura probablemente no indica el verdadero potencial de la planta. Reportes desde Cuzco indican que, bajo condiciones experimentales en pequeñas parcelas, se lograron obtener hasta Tm/Ha.

3.8.8. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

En Ecuador se cultiva principalmente en las provincias de: Carchi, Imbabura y Bolívar, entre 3000 y 4000, en esas altitudes existen temperaturas que varía de 7 a 10°C donde se obtiene altas producciones. Requiere las mismas condiciones ecológicas que la papa, pero presenta mayor rusticidad, lo cual la hace más tolerante a las heladas. Crece muy bien en suelos livianos y presenta un extenso periodo vegetativo de 210 a 240 días.

3.8.9. USOS

La oca, se consume en sopas y guisos. Evidencias históricas indican que fue un alimento básico en los Andes en la época precolombina. Los rendimientos de los tubérculos de oca a menudo igualan o superan los de la papa. Los tubérculos de oca son una excelente fuente de carbohidratos para alimentación animal; existen las siguientes variedades que se consumen cocidas y crudas.

Las ocas dulces pueden comerse crudas, en “locros” o sopas. También se elaboran dulces. Con las ocas amargas se prepara el “chuno”, alimento disponible en cualquier época del año. Las ocas amargas contienen una elevada

proporción de oxalato de calcio; por tal causa, deben ser “curadas”, exponiéndolas por varios días al sol.

3.8.10. POTENCIAL ECONÓMICO

3.8.10.1. Alimenticio:

- ✓ El tubérculo de la oca se puede consumir de distintas formas: horneado, sancochado, frito, ensalada, mezcladas en vinagre o como postre.
- ✓ En los Andes, los tubérculos son puestos al sol luego de ser cosechados, de esa manera adquieren un sabor más dulce, pues desarrolla un mayor contenido de sacarina.

3.8.10.2 Medicinal:

- ✓ La Oca sirve como un efectivo astringente.
 - ✓ El zumo de las hojas en emplasto es utilizado para desinflamar los testículos.
 - ✓ El cocimiento de las hojas actúa contra el dolor de oídos.
-
- ALMIDÓN: Con esta planta se prepara un almidón muy fino.
 - FORRAJERO: La planta entera es utilizada como alimento para el ganado porcino.

3.8.11. PERSPECTIVAS MEJORAS Y LIMITACIONES

Las perspectivas de este cultivo radican en la posibilidad de incrementar el rendimiento y en su uso como fuente de harina alternativa a la de trigo. Deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Las ocas tienen que competir por terrenos (superficies de cultivo) con la patata; en tal sentido, ésta podría limitar su expansión.
- ✓ El ataque de plagas, como los gorgojos, pueden ocasionar la pérdida total del cultivo. Sería necesario hacer estudios sobre el control integrado de esta plaga, por medio de prácticas culturales, el control biológico usando el hongo *Beauveria brogniartii*, el manejo pos cosecha y el uso de variedades resistentes.
- ✓ Las ocas amargas presentan cierto grado de resistencia a los diferentes gorgojos
- ✓ Presencia de enfermedades virales. Aunque se ha identificado un solo virus en la oca, parece que existen otros que dañan el cultivo. La limpieza de variedades comerciales y materiales genéticos debe establecerse como práctica corriente, porque variedades libres de virus darían rendimientos más altos.
- ✓ El extenso período vegetativo de 7-8 meses expone al cultivo por más tiempo al ataque de factores bióticos y abióticos, tiene como consecuencia el reemplazo progresivo del cultivo de oca por variedades precoces de patata (4-5 meses).
- ✓ La duración corta del tubérculo afecta igualmente la propagación del cultivo.

- ✓ Hasta ahora, las formas cultivadas se agrupan en una sola especie que incluye diversas formas y colores de tubérculos.

3.8.12. TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL

3.8.12.1. Harina de oca

Solamente la oca requiere procesamiento previo para su utilización. Debe ser asoleada, para que los almidones sean más dulces y tengan mejor sabor. La misma que se muele y cierne en malla fina; es posible que esta harina reemplace hasta un 50 % a la harina de trigo en productos panificables, obteniendo buenos resultados.

La oca tiene amplia posibilidad de transformación en harinas, mermeladas, néctar, etc. Se puede conservar por mucho tiempo mediante deshidratación y secado al sol, lo cual se denomina "caya".

Otra manera de conservar es a través de deshidratación, lavado y secado a la sombra, que se denomina "umakcaya", adquiriendo un color blanco.

IV. HIPÓTESIS

El uso de harina de oca combinada con harina de trigo mejora las características organolépticas y bromatológicas del pan.

V. METODOLOGÍA

A. LOCALIZACIÓN

El pan con inclusión de harina de oca fue realizado en el área de panadería del Hotel Casino Emperador, de la Ciudad de Ambato.

Las pruebas de aceptabilidad se realizaron a 35 estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

B. VARIABLES

1. Identificación

- Variable Independiente: Harina de oca
- Variable Dependiente: Pan a base de harina de oca
 - ✓ Características culinarias
 - ✓ Análisis bromatológico y microbiológico
 - ✓ Características organolépticas del pan
 - ✓ Grado de aceptación del producto

2. Definición

a.- Variable independiente

- **Harina de oca-** Se obtiene a partir de la oca fresca, blanca y amarillenta. Es un polvo fino de color marrón oscuro que se desarrollo mediante distintos procesos para la elaboración.

b.- Variable Dependiente

- **Pan a base de harina de oca.-** La palabra pan proviene del latín “panis” que significa masa horneada, hecha con harina y fermentado con levadura; Se cuece al horno con diversa formas, tamaños y es un alimento primordial para el hombre.

Para la elaboración del pan se utilizó la harina de oca como fuente alternativa a la de trigo con la cual se realizó diferentes porcentajes de pan (10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 %). Basándose en una fórmula de harina de trigo que en este caso sería el testigo primordial para nuestra investigación.

- **Características Culinarias.** – Es para determinar las particularidades del pan durante el proceso de elaboración.
- **Características bromatológicas y microbiológicas.-** Es el estudio que se aplicó al pan de harina de oca para determinar si el producto elaborado es apto o no para el consumo humano.
- **Características organolépticas.-** Son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color. Todos estos parámetros producen al comer una sensación agradable o desagradable.

Para las características organolépticas se tomó en cuenta lo siguiente:

- ✓ El pan recién elaborado debe ser fresco y con un volumen adecuado
 - ✓ La corteza debe ser delgada y de un color marrón claro uniforme
 - ✓ La parte superior debe ser brillante, rígida y quebradiza.
 - ✓ Cuando se ejerce una leve presión tiende a recuperar la forma rápidamente, debido a la elasticidad de la miga.
 - ✓ La miga debe ser esponjosa y humedad pero no en exceso.
-
- **Aceptabilidad del producto.-** Se define como el análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos como por ejemplo el olor, sabor, color, textura, etc.

 - **Valor nutricional.-** La nutrición ayuda a observar la cantidad de nutrientes que aportan a nuestro organismo cuando son consumidos, engloba a la alimentación ya que involucra otros fenómenos como la digestión, la absorción intestinal, el transporte y la distribución de nutrimentos en el organismo.

3. Operacionalización

VARIABLE	INDICADOR	CATEGORÍA
HARINA DE OCA	Oca blanca Oca amarillenta	% de rendimiento % de rendimiento
PAN CON INCLUSIÓN DE HARINA DE OCA	10 20 30 40 50	% % % % %
CARACTERÍSTICAS CULINARIAS DEL PRODUCTO ELABORADO	Tiempo de amasado Tiempo de fermentación Temperatura de cocción	Minutos Minutos °C
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	Proteína Grasa Humedad Fibra Ceniza ELN	% de proteína % de grasa % de humedad % de fibra % de ceniza % de ELN
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	Coliformes Totales	% de Coliformes totales

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	El pan fresco presenta un volumen adecuado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	La corteza es delgada?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	La corteza es de color?	<ul style="list-style-type: none"> – Marrón claro – Marrón oscuro – Café claro – Café oscuro
	La parte superior del pan es?	<ul style="list-style-type: none"> – Brillante – Rígida – Quebradiza
	Cuando se ejerce una leve presión en el pan tiende a recuperar su forma rápidamente?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	La miga es?	<ul style="list-style-type: none"> – Esponjosa – Blanquecina – Algo brillante
	Tiene olor y sabor a levadura?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO	Me desagrada mucho Me desagrada poco No me gusta ni me disgusta Me gusta poco Me gusta mucho	Número de personas que prueban el producto y que da su punto de vista de cada característica
VALOR NUTRICIONAL	Contenido de calorías	K cal

C. TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

La investigación que se realizó para el desarrollo del tema fue de carácter descriptivo y experimental, se evaluó el efecto de cinco porcentajes de harina de oca (10%, 20%, 30%, 40%, 50 %), frente a un tratamiento testigo con harina de trigo, el tiempo en el que se realizó fue retrospectivo, este estudio a su vez tuvo una secuencia longitudinal y se realizó tres repeticiones por tratamiento.

Todos los datos obtenidos se tabularon con sus respectivas figuras, análisis, conclusiones y recomendaciones.

D. OBJETO DE ESTUDIO

El pan con inclusión de harina de oca fue analizado desde distintos parámetros bromatológicos, microbiológicos y organolépticos; mediante esto se analizó el grado de aceptabilidad que tiene el producto elaborado.

E. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

1.- PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA:

1.1.- Recepción de materia prima.- La recepción de materia prima se realizó cuidadosamente eligiendo las ocas frescas y de buenas condiciones; Se tomó en cuenta las ocas blancas y amarillentas, siendo propicias para la realización de la harina.

1.2.- Lavado.- Las ocas se lavaron bien, se cortó en tres partes para posteriormente colocar en bandejas.

1.3.- Secado.- Se puso a secar las ocas en el sol por dos semanas, sin dejar afuera durante la noche.

1.4- Molido.- Se realizó en una máquina procesadora de harina.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PORCENTAJES DE LA COMBINACIÓN DE HARINA DE TRIGO CON INCULSIÓN DE HARINA DE OCA.

Se elaboró la panificación de harina de trigo con inclusión de la harina de oca partiendo de una fórmula básica del pan.

TABLA 1. FÓRMULA TESTIGO DE HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de trigo	350 gr
Manteca vegetal	175 gr
Levadura	30 gr
Sal	3.5 gr
Azúcar	11 gr
Huevos	4 gr
Agua	60 cc

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 2. PORCENTAJE DE COMBINACIONES DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE OCA.

HARINA DE TRIGO	HARINA DE OCA
90%	10%
80%	20%
70%	30%
60%	40%
50%	50%

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 3. FÓRMULA 1

10 % HARINA DE OCA Y 90 % HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de trigo	340 gr
Harina de oca	10 gr
Manteca vegetal	175 gr
Levadura	30 gr
Sal	3.5 gr
Azúcar	11 gr
Huevos	2 unid
Agua	100 cc

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 4. FÓRMULA 2

20 % HARINA DE OCA Y 80 % HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de trigo	330 gr
Harina de oca	20 gr
Manteca vegetal	175 gr
Levadura	30 gr
Sal	3.5 gr
Azúcar	11 gr
Huevos	2 unid
Agua	100 cc

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 5. FÓRMULA 3

30 % HARINA DE OCA Y 70 % HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de trigo	320 gr
Harina de oca	30 gr
Manteca vegetal	175 gr
Levadura	30 gr
Sal	3.5 gr
Azúcar	11 gr
Huevos	2 unid
Agua	100 c c

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 6. FÓRMULA 4

40 % HARINA DE OCA Y 60 % HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de trigo	310 gr
Harina de oca	40 gr
Manteca vegetal	175 gr
Levadura	30 gr
Sal	3.5 gr
Azúcar	11 gr
Huevos	2 unid
Agua	100cc

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 7. FÓRMULA 5

50 % HARINA DE OCA Y 50 % HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de trigo	175 gr
Harina de oca	175 gr
Manteca vegetal	175 gr
Levadura	30 gr
Sal	3.5 gr
Azúcar	11 gr
Huevos	4 unid
Agua	60 cc

Elaborado por: Cristina Vega

3.- PROCESOS DE ELABORACIÓN DEL PAN A BASE DE HARINA DE OCA.

Estos mismos procedimientos se realizaron en las tres repeticiones de harina de oca y harina de trigo con distintos porcentajes 10%,20%,30%,40% y 50%.

3.1. Mezcla de los ingredientes:

- ✓ Se pesó correctamente los ingredientes, tamizando la harina de trigo y harina de oca en la mesa de trabajo para que absorba el oxígeno necesario.
- ✓ Inmediatamente se colocó el agua tibia (20 °C), levadura y azúcar para dejar fermentar durante cinco minutos.
- ✓ Después de esto se integró los demás ingredientes: sal, manteca, huevos y se mezcló hasta que se realizó una masa uniforme.
- ✓ A la mezcla se adicionó una cantidad de agua calculada a temperatura adecuada para la panificación y se procedió al amasado.

3.2. Amasado:

- ✓ Posteriormente se tomó en cuenta la mezcla correcta de los ingredientes para proceder al trabajo de amasar.
- ✓ Se trabajo la masa estirando y comprimiendo, repitiendo los mismos procesos varias veces hasta obtener homogenización en la misma.
- ✓ Durante el amasado, la masa atrapa el aire necesario para posibilitar la acción de las levaduras.

3.3. Reposo y fermentación:

- ✓ La masa se colocó en bowls para que repose y pueda actuar la levadura logrando la fermentación.
- ✓ En las tres repeticiones de los distintos porcentajes (10%,20%,30%,40%50%) de harina de trigo y harina de oca se dejó reposar por un tiempo aproximado de 15 minutos y a 30 °C.
- ✓ Después de los 15 minutos observamos si las masas tienen la elasticidad necesaria, esto indicaría que ya alcanzado el gluten adecuado para pasar al proceso de boleado.

3.4. Boleado:

- ✓ La masa se dividió para darle una forma esférica.
- ✓ Se procede a pesar y bolear la masa en porciones de 50 gramos.
- ✓ Se realizó un movimiento en forma circular, utilizando harina para evitar la adherencia a la superficie de trabajo y a las manos.

3.5. Horneado:

- ✓ Después de bolear se colocó las piezas de pan en latas para la cocción.
- ✓ En las tres repeticiones no existió una temperatura constante ya que varió de 180 a 200 °C durante de 15 minutos en el horno.

3.6. Empacado y almacenado.-.

- ✓ Tras la cocción en el horno, las piezas de pan se enfriaron poco a poco a temperatura ambiente para que no cambien las propiedades organolépticas en aroma y textura.
- ✓ Se dejó enfriar el producto por 30 minutos, colocando el pan en fundas de zispac.

4.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CULINARIAS DEL PRODUCTO ELABORADO

Para las siguientes características culinarias se tomó en cuenta las tres repeticiones, las mismas que se observaron minuciosamente. En cada repetición de harina de oca con harina de trigo se realizó los cinco porcentajes (10%,20%,30%,40%50%) frente al testigo del pan de harina de trigo.

4.1.- Tiempo de amasado.- Se tomó en cuenta desde el momento mismo en que se comenzó a mezclar uno por uno los ingredientes, se trabajó estirando la masa y comprimiendo, repitiendo estos procesos varias veces para que la masa atrape el aire y obtenga el gluten adecuado. El tiempo de amasado para las tres repeticiones con los distintos porcentajes (10%,20%,30%,40%50%) fue:

- ✓ Primera repetición de 8 minutos
- ✓ Segunda repetición de 7 minutos
- ✓ Tercera repetición de 10 minutos

4.2.- Tiempo de fermentación y reposo.- Las masas de las tres repeticiones con las distintas combinaciones de harina de oca y harina de trigo (10%,20%,30%,40%50%) se dejaron reposar en un bowl durante 15 minutos a una temperatura de 30 °C. Observamos que las masas durante este transcurso tengan la elasticidad y gluten necesario para la realización de proceso de boleado.

4.3.- Temperatura de cocción.- En todas las repeticiones con sus diferentes porcentajes (10%,20%,30%,40%50%) varió la temperatura desde 180 a 200 °C por el lapso de 15 minutos en el horno.

5.- ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Para los análisis se tomó cada pieza de pan que fue enviada a los laboratorios de Bromatología de Análisis Ambiental e Inspección CESTTA de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- ✓ Proteína
- ✓ Grasa
- ✓ Humedad
- ✓ Fibra
- ✓ Ceniza
- ✓ ELN (Simple cálculo)

6.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se determinó las Coliformes totales, este análisis se realizó en el CESTTA de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

7.- CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Para realizar la valoración organoléptica o sensorial del producto final, se tomó en cuenta las características de calidad del pan; que se elaboró mediante un test el cual se indica en el anexo número 7.

- **Requisitos**

- ✓ Individualidad entre los estudiantes para que no exista influencia en los mismos.
- ✓ Disponer de un vaso de agua para equilibrara los sentidos.

8.- ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO

Para la aceptabilidad se tomó en cuenta las cinco muestras del producto con los distintos porcentajes 10%,20%,30%,40% y 50%. Fue aplicado a las estudiantes de Gastronomía de la E.S.P.O.CH.

Escala hedónica consta de los siguientes indicadores:

- ✓ Me desagrada mucho
- ✓ Me desagrada poco
- ✓ No me gusta ni me disgusta
- ✓ Me gusta poco
- ✓ Me gusta mucho

9- VALOR NUTRICIONAL

Para el análisis de valoración nutricional se efectuó con las kilocalorías de la tabla de composición de alimentos ecuatorianos, para los cálculos se obtuvo mediante una regla de tres ya que la tabla nos da el valor en 100 gr.

Se tomó en cuenta las fórmulas que cumpla con altas características bromatológicas y el pan mas aceptado por los 35 estudiantes.

10.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para realizar el Plan de Procesamiento de la información se procedió al análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos de la investigación.

Para las variables bromatológicas se utilizó análisis de varianza y separación de medias según Duncan.

Posteriormente se interpretó los resultados obtenidos con el respectivo sustento del marco teórico, los cuales sirvieron de base para establecer las conclusiones y recomendaciones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A.- PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE HARINA DE OCA

$$\% \text{ de Rendimiento} = \left[\frac{\text{harina de oca fresca o seca Kg}}{\text{cantidad de oca Kg}} \right] [100]$$

PORCENTAJE DE OCA FRESCA

$$\% = \left[\frac{1 \text{ Kg}}{7.5 \text{ Kg}} \right] [100] = 13.33 \%$$

PORCENTAJE DE OCA SECA

$$\% = \left[\frac{1.68 \text{ Kg}}{2.6 \text{ Kg}} \right] [100] = 64.61 \%$$

Como observamos los resultados de la oca en materia fresca se obtiene poco rendimiento de harina debido a que la oca en su estado natural de acuerdo al valor nutricional posee alto porcentaje de humedad de 70 a 80%.

En este caso es conveniente primero secar la oca al sol para así poder obtener mayor porcentaje de harina.

B.- ELABORACIÓN DEL PAN

Durante el proceso de panificación en las tres repeticiones de harina de trigo con inclusión de harina de oca en los distintos porcentajes (10%,20%,30%,40%,50%), todos los ingredientes fueron mezclados y pesados correctamente para el proceso de amasado.

La harina de oca y harina de trigo se complementaron correctamente logrando una masa homogénea con un gluten adecuado, elasticidad y extensibilidad apropiados para la elaboración del pan.

Cumpliendo con los estándares dentro de panificación, las pizzas de pan de 50 gramos que se elaboraron tuvieron una fermentación y reposo de 15 min. a 30°C.

Al colocar al horno, el pan se coció a una temperatura de 180 a 200°C durante 15 minutos. Teniendo como resultado en las tres repeticiones pan con una corteza de color marrón claro, volumen adecuado, miga esponjosa y blanquecina; logrando un pan de buena calidad y sabor agradable.

C.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CULINARIAS DEL PRODUCTO ELABORADO

TABLA 8. CARACTERÍSTICAS CULINARIAS DEL PRODUCTO ELABORADO

CARACTERÍSTICAS CULINARIAS	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
TIEMPO DE AMASADO	8 Minutos	7 Minutos	10 Minutos
TIEMPO DE FERMENTACIÓN Y REPOSO	30 ° C x 15 min.	30 ° C x 15 min.	30 ° C x 15 min.
TEMPERATURA DE COCCIÓN	Varió de : 180 a 200 °C x 15 min.	Varió de : 180 a 200 °C x 15 min.	Varió de : 180 a 200 °C x 15 min.

Elaborado por: Cristina Vega

Como se puede observar en el cuadro, el tiempo de amasado varió de acuerdo al esfuerzo físico que se realizó, dando como resultado en las tres repeticiones distintos tiempos de amasado.

Para la fermentación y reposo se tomó en cuenta para las tres repeticiones de harina de trigo a base de harina de oca, el mismo tiempo de 15 minutos a 30 °C (temperatura ambiente).

La temperatura del horno no fue exacta en las tres repeticiones ya que varió de 180 a 120 ° C por un tiempo de 15 minutos.

D.- ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

TABLA 9. CONTENIDO BROMATOLÓGICO DEL PAN CON INCLUSIÓN DE HARINA DE OCA

VARIABLES	PORCENTAJES APLICADOS AL PAN DE OCA						DISPERSIÓN		
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	CV % $\alpha = 0.95$	MEDIA	SIGN
PROTEÍNA	10.37	11.14	9.80	10.29	10.58	10.74	4.31	10.49	Sn
GRASA	6.50	6.37	6.11	5.66	4.81	3.43	15.12	5.65	Sn
HUMEDAD	25.33	24.55	26.8	27.91	26.6	26.29	4.36	26.29	Sn
FIBRA	0.65	0.39	0.41	0.55	0.61	0.63	21.05	0.54	Sn
CENIZA	1.76	2.06	2.1	2.39	2.77	3.13	21.36	2.37	Sn
ELN	55.39	55.49	54.8	53.2	54.63	59.1	3.56	55.44	Sn

Elaborado por: Cristina Vega

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan

CV%: Coeficiente de Variación

Ns: No difiere significativamente

1. CONTENIDO DE PROTEÍNA (%)

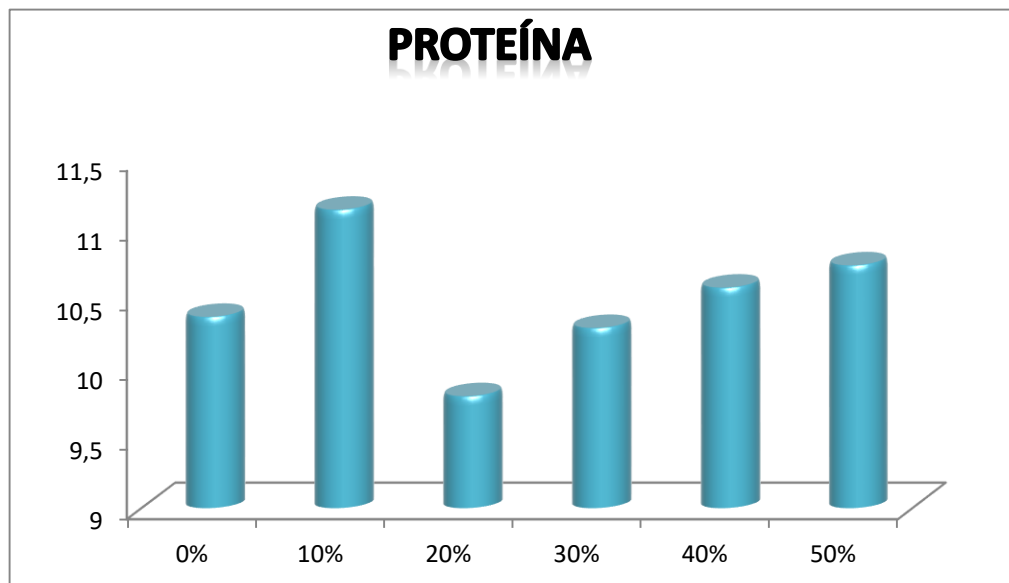


Gráfico 1. Análisis bromatológico del contenido de proteína en el pan

El pan elaborado con diferentes porcentajes de harina de oca en promedio registró 10.49% de proteína y un coeficiente de variación de 4.31 %, al realizar el análisis de varianza con un nivel de confiabilidad del 95% y se registró diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Según el valor nutricional el pan debe poseer el 10 % de proteína (Anexo 1), siendo inferior al valor registrado en el pan de 10% con inclusión harina de oca una cantidad de 11.14%, mientras que desde el porcentaje 20% va subiendo la cantidad de proteína.

2. CONTENIDO DE GRASA (%)

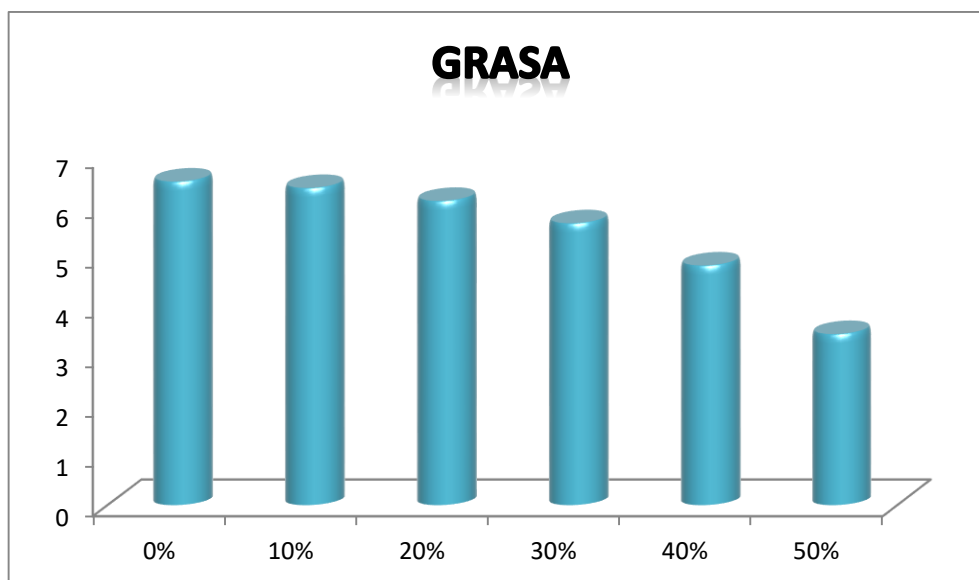


Gráfico 2. Análisis de la grasa en el pan con inclusión de harina de oca

El contenido de grasa en el pan con inclusión de harina de oca registró un promedio de 5.65 % de grasa y un coeficiente de variación de 15.12%, al realizar el análisis de varianza, con un nivel de confiabilidad de 95%.

Según el valor nutricional, el pan debe poseer de 20-35 % de grasa (Anexo 1), se registró como diferencias estadísticas en el gráfico que el pan de 10% tiene un promedio de 6.37% de grasa, superando a los demás niveles de las diferentes muestras (20%, 30%, 40%, 50%).

Se observa que el nivel de grasa es menor mientras se aumenta la harina de oca, esto se debe a que el tubérculo posee bajo contenido de grasa.

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

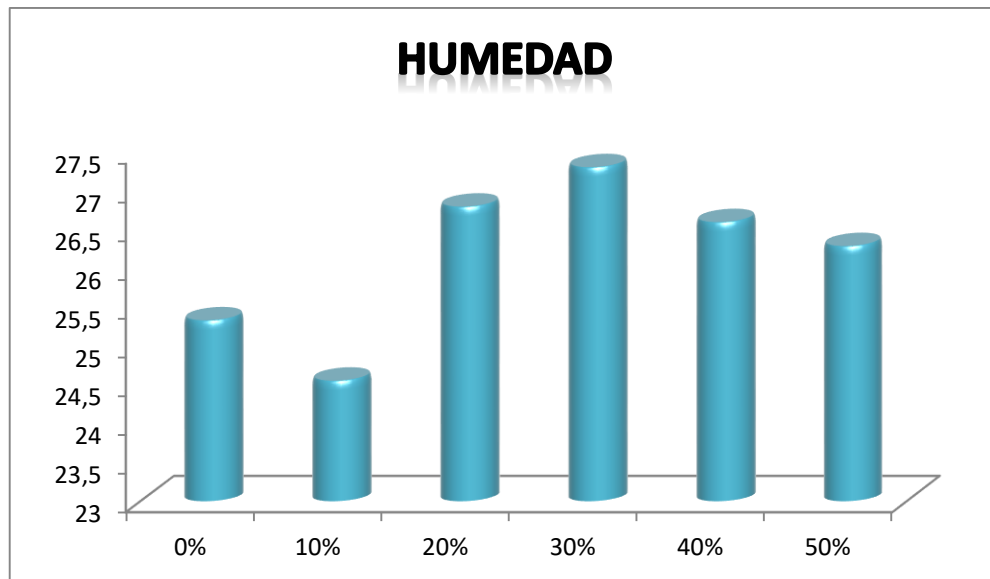


Gráfico 3. Contenido de humedad en el pan a base de harina de oca

El pan elaborado con diferentes porcentajes de harina de oca en promedio se registró 26.29% de humedad y un coeficiente de variación de 4.36 %, al realizar el análisis de varianza, con un nivel de confiabilidad de 95 %.

Según el valor nutricional, el pan debe poseer máximo el 30 % de humedad (Anexo 1), valor superior al que se registra en la presente investigación ya que posee como mínimo el pan de 10 % de humedad 24.55%, mientras que en de 20 % con 26.8% y el 30 % tiene un promedio de máximo de 27.91%.

Como se observa en el gráfico la humedad baja en los panes de 40 % y 50%, esto se debe a que mientras más se aumenta la harina de oca mayor es la retención de agua por ende el pan en estos porcentajes resulta ser más pesado.

4. CONTENIDO DE FIBRA (%)

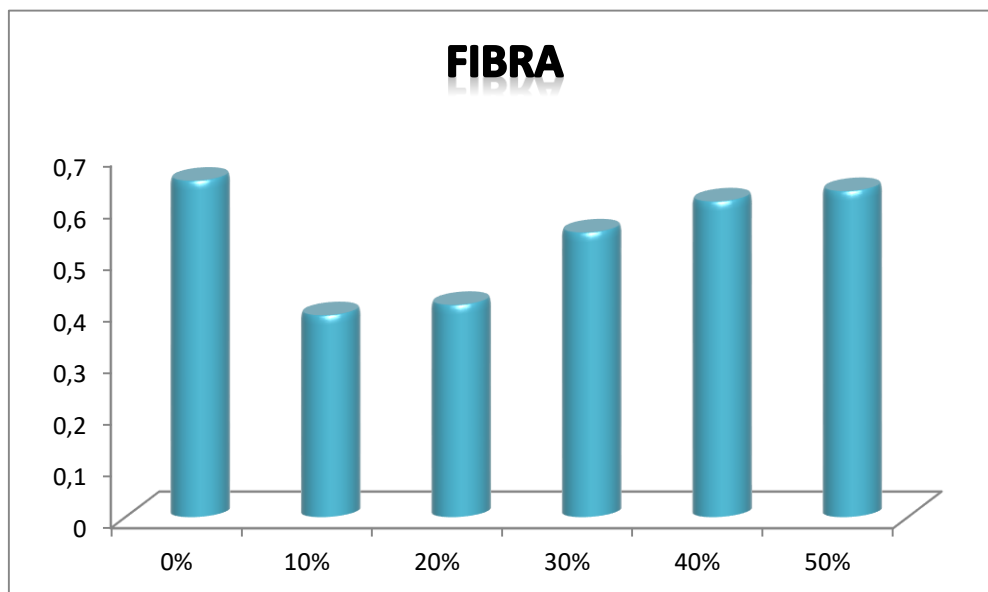


Gráfico 4. Análisis del contenido de fibra en el pan

El contenido de fibra en el pan con inclusión de harina de oca, en promedio se registró 0.54 %, un coeficiente de variación de 21.05 %, con un nivel de confiabilidad de 95 %.

Según valor nutricional, el pan debe poseer 2.2 % de fibra (Anexo 1), valor inferior al registrado en la presente investigación ya que se registró en la muestra de 10 % como mínimo 0.39% y en la de 50% como máximo 0.63 % de fibra. Esto indicaría que mientras se aumenta la cantidad de harina de oca mayor es la cantidad de fibra.

5. CONTENIDO DE CENIZA (%)

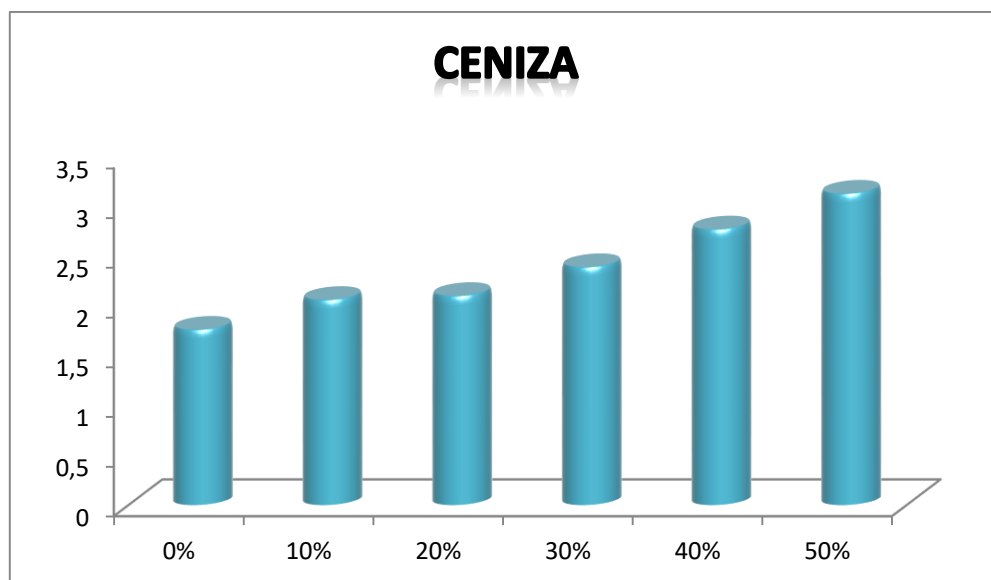


Gráfico 5. Contenido de ceniza en el pan con inclusión de harina de oca

La utilización de harina de oca en la panificación presentó un promedio de 2.37%, y un coeficiente de variación de 21.36%, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza, se determinó diferencias significativas entre los tratamientos, con un nivel de confiabilidad del 95%.

El pan según el valor nutricional debe tener el 2.5% de ceniza (Anexo 1), valor inferior a los registros de la presente investigación ya que se determinó que el pan de 50% tiene 3.13 % de ceniza o sales minerales, superando los niveles de ceniza de las demás muestras.

6. EXTRACCIÓN LIBRE DE NITRÓGENO

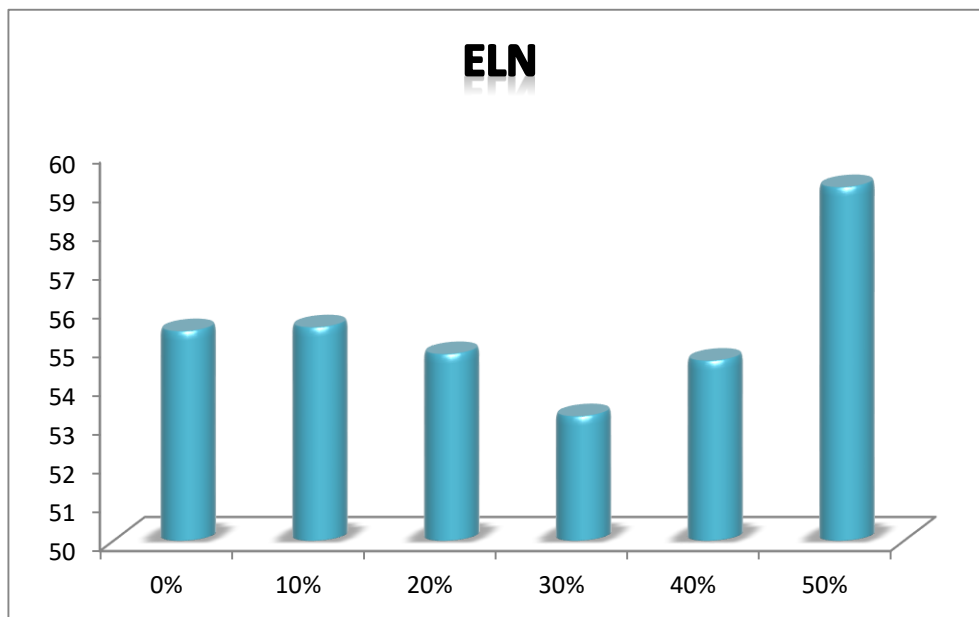


Gráfico 6. Contenido de ELN en el pan con inclusión de harina de oca

Para la obtención de resultados de el extracto libre de nitrógeno se sumó todas las medias de los porcentajes 10%,20%,30%40% y 50 % de la tabla número 9.

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados.

Como observamos en el gráfico los resultados señalan que hay diferencia en el contenido de extracto libre de nitrógeno en los panes con inclusión de harina de oca, con un nivel de confiabilidad del 95%, se puede comprobar que el pan de 50 % poseen mayor cantidad de ELN con 59.1%.

Mientras que en el pan de los porcentajes 10%,20% y 40 % tienen un nivel relativamente igual con 55.49%, 54.8% y 54.63%. En cuanto el pan de harina de oca de 30 % es el nivel más bajo que podemos encontrar en del gráfico con 53.2 % de ELN.

E.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

TABLA 10. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE COLIFORMES TOTALES

PARÁMETRO	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO
Coliformes Totales	PEE/LAB-CESTTA/23 AOAC/PETRIFIL	UFG/g	< 1

Elaborado por: Cristina Vega

Fuente: Laboratorio de microbiología de Alimentos ESPOCH

El análisis microbiológico de Coliformes totales reporta que en todas las muestras hay un resultado de <1. Esto indicaría que se encuentra dentro del parámetro aceptable para el consumo de pan con inclusión de harina de oca.

F.CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

1. EL PAN FRESCO PRESENTA UN VOLUMEN ADECUADO?

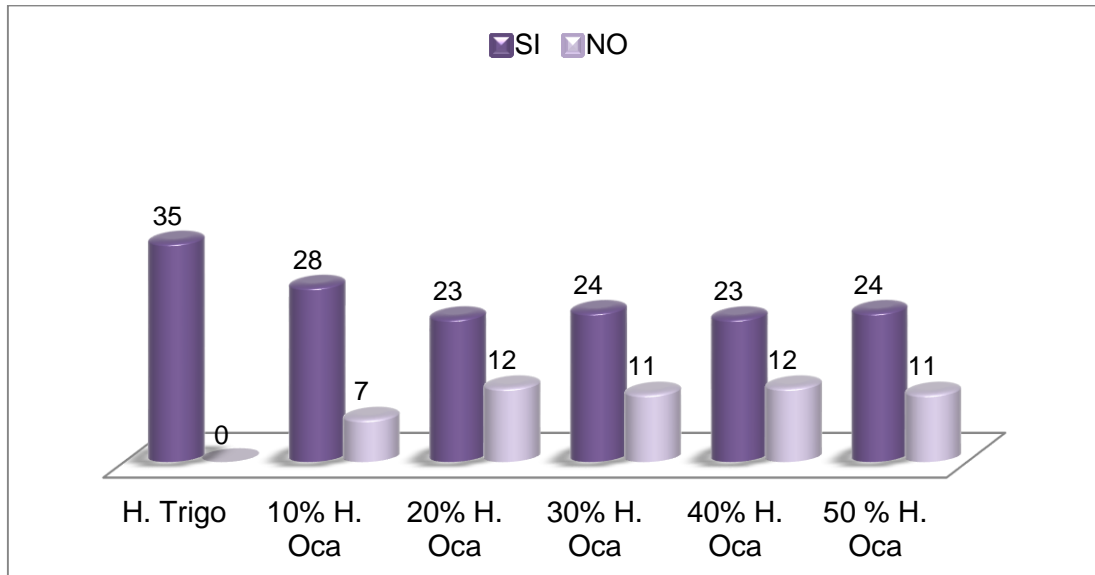


Gráfico 7. Volumen adecuado del pan en los diferentes porcentajes de harina de oca

El volumen adecuado en la panificación es un buen indicador sobre la validez de la materia prima y el método correcto de la preparación.

En la muestra 10%, 28 personas indicaron que el pan presenta un volumen adecuado, mientras que en las muestras de 30% y 40 %, 24 estudiantes dijeron que tiene un volumen relativamente bueno frente al testigo de pan de harina de trigo.

2. LA CORTEZA ES DELGADA?

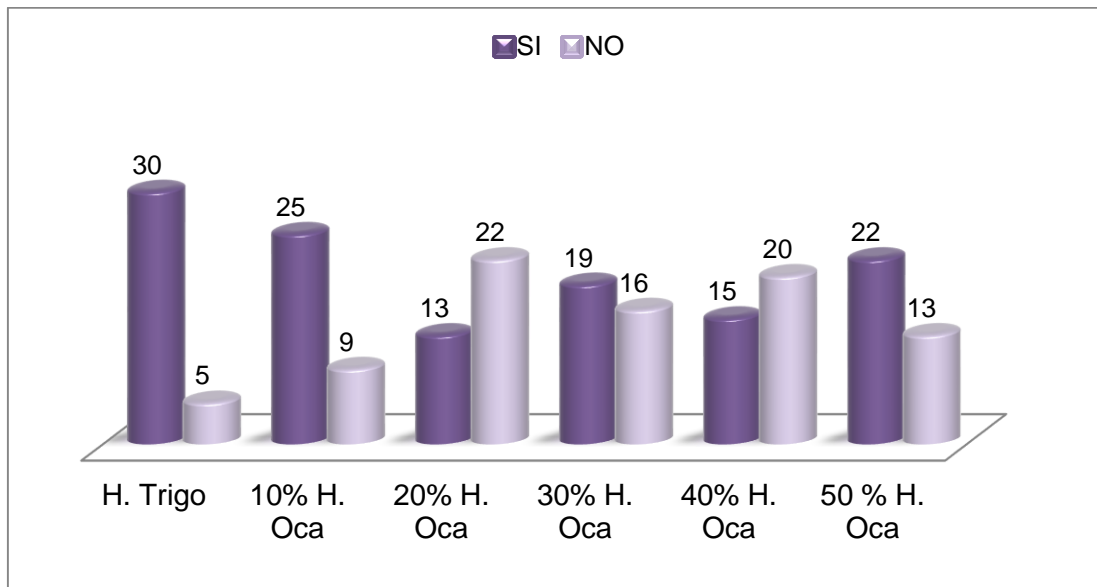


Gráfico 8. Análisis de la corteza del pan de harina de oca

Con respecto a la corteza del pan, los 25 estudiantes nos indican que la muestra del 10 % es más delgada que la muestra del 50 %.

Con esto concluimos que la muestra del 20% y 40 % es relativamente dura en relación al pan de harina de trigo que es la muestra testigo.

3. LA CORTEZA ES DE COLOR?

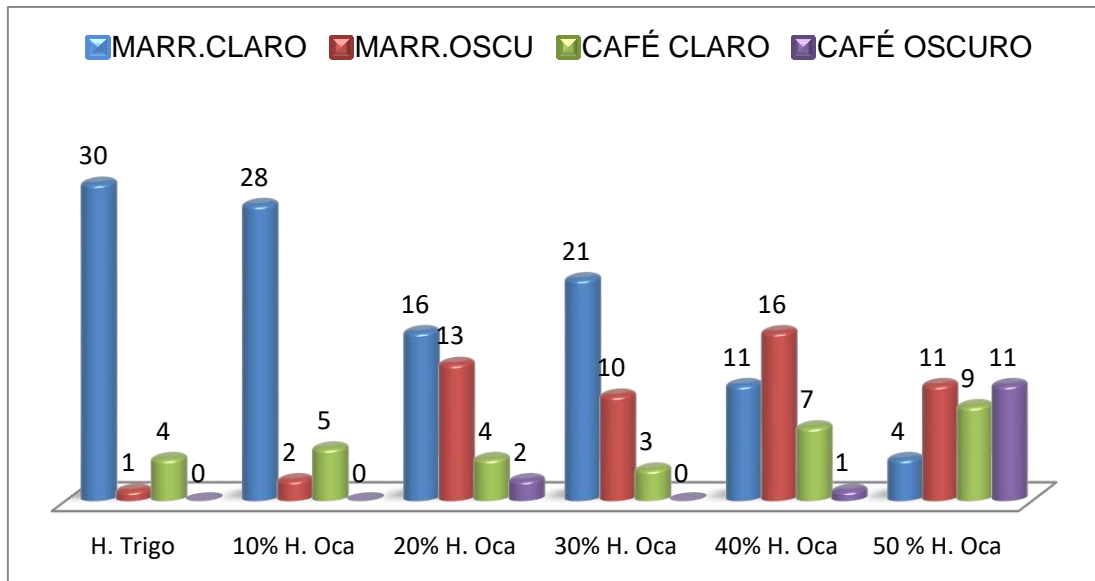


Gráfico 9. Color de la corteza del pan en los diferentes porcentajes de harina de oca

El color ideal para la corteza del pan es marrón claro. En los resultados obtenidos se obtiene que la muestra de 10%,20% y 30 %, tiene un color marrón claro a diferencia de los análisis del 40 % y 50 % que son más obscuras, esto se debe al color de la harina de oca.

4. LA PARTE SUPERIOR DEL PAN ES?

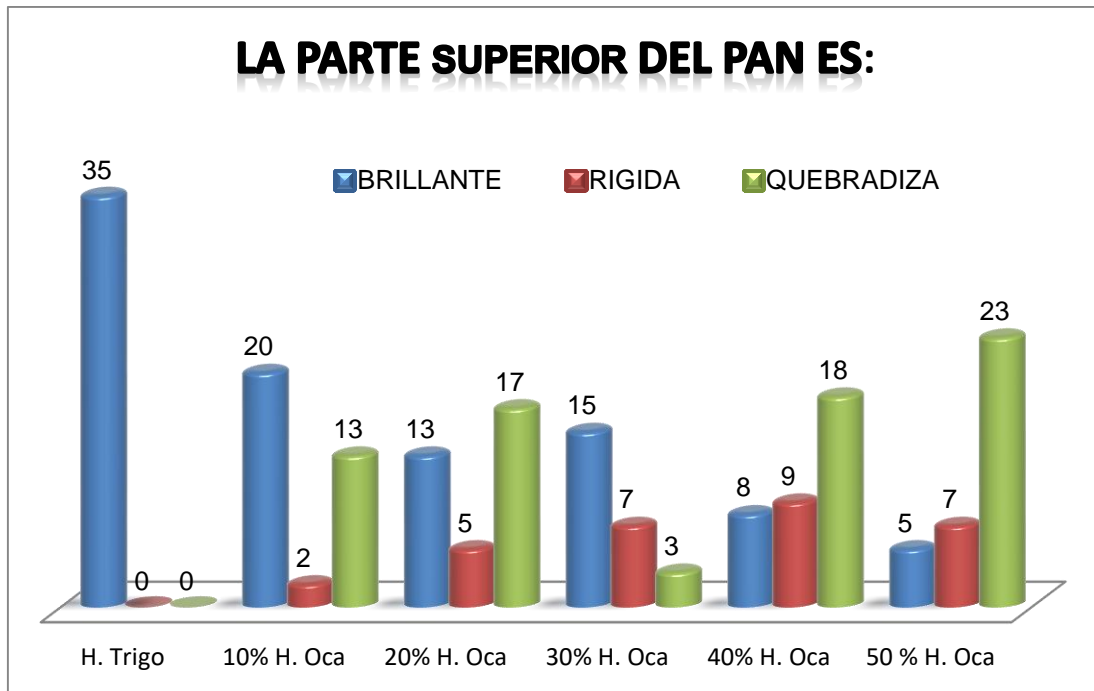


Gráfico 10. Análisis de la parte superior del pan

Como se observa en el gráfico el pan en todas las muestras realizadas, indica que es brillante y quebradizo sobretodo en el de 50 %.

En la parte rígida del pan con inclusión de harina de oca, en todas la muestra nos indican bajo índice, sobre todo en el pan de 10 %.

5. CUANDO SE EJERCE UNA LEVE PRESIÓN TIENDE A RECUPERAR SU FORMA?

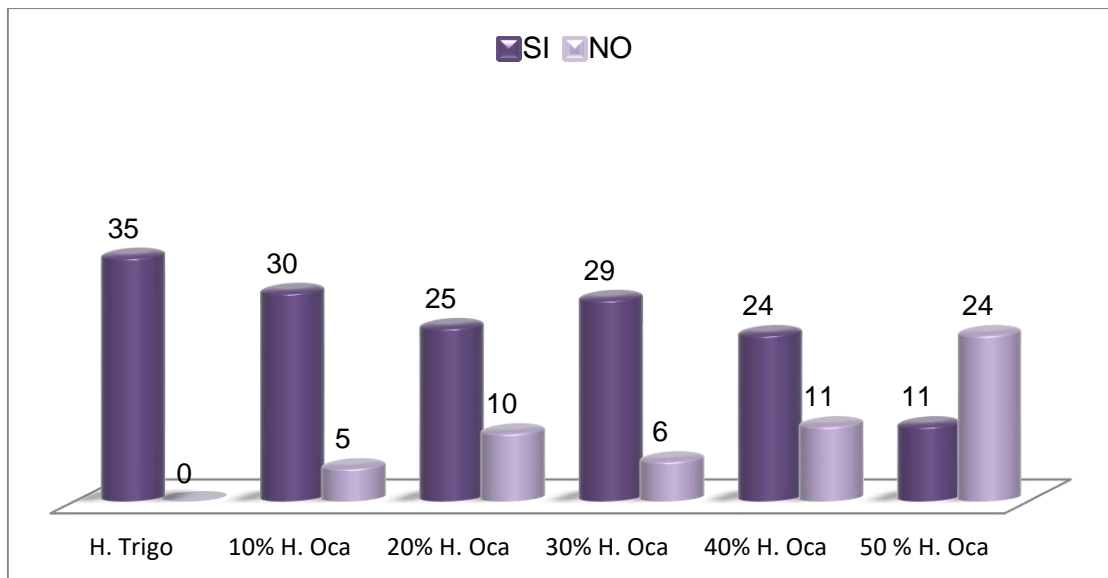


Gráfico 11. Tendencia a recuperar la forma del pan de los distintos porcentajes de harina de oca

En las muestras 10, %, 20 % 30 % tenemos como resultado que vuelve el pan rapiditamente a recuperar su forma.

En el pan con los porcentajes 40% y 50 % se dedujo, que no recuperan la forma rápidamente, esto se debe a que la harina de oca es muy pesada para la elaboración de estos panes.

6. LA MIGA ES?

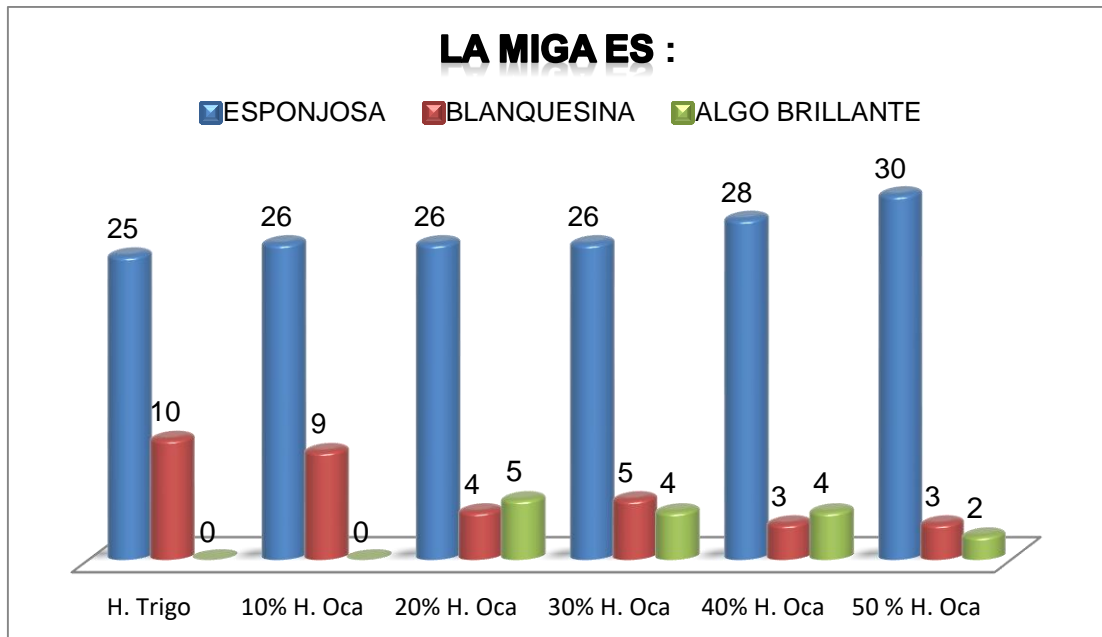


Gráfico 12. Color de la miga de pan con inclusión de harina de oca

En todas las muestras los estudiantes nos dieron un resultado favorable ya que nos indican que el pan es muy esponjoso, por ende tiene una humedad adecuada.

En cuanto si la miga es blanquecina y algo brillante, en las todas las muestras obtenidas tenemos bajos niveles de aceptación, debido a que el color de la harina influye en gran parte.

7. TIENE OLOR Y SABOR A LEVADURA?

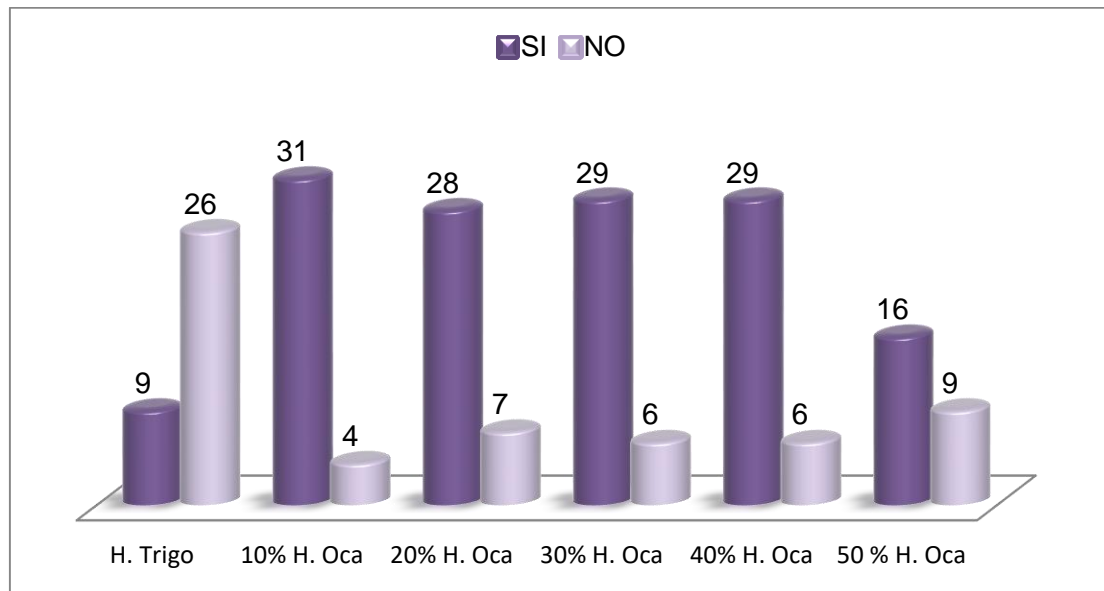


Gráfico 13. Olor y sabor de la levadura en los panes

Como podemos observar en el gráfico las muestras 10%, 20%, 30% y 40 % tienen un olor y sabor a levadura, mientras que el análisis del 50 % del pan de harina de oca, 16 estudiantes indican que cumple muy poco con estas características acercándose a la muestra testigo que es el pan de harina de trigo.

G.- ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO

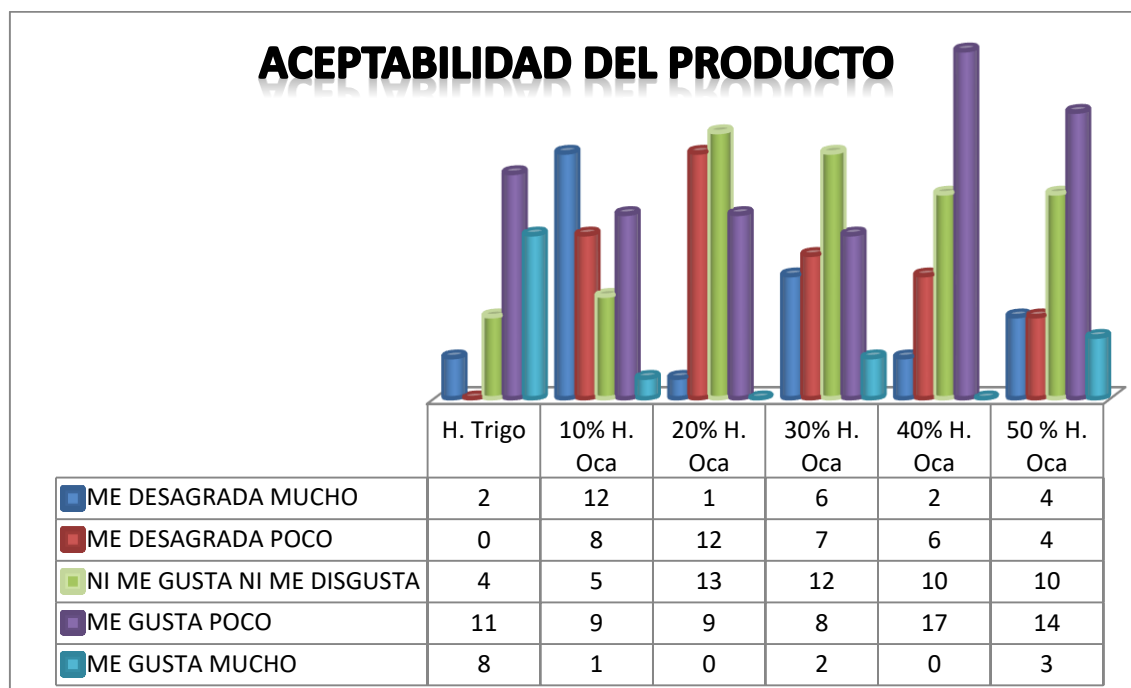


Gráfico 14. Aceptabilidad del producto elaborado

Dentro de la aceptabilidad del producto se puede concluir que el pan con inclusión de harina de oca 40 % y 50 %, fueron los más aceptados en la pruebas de degustación.

De este modo el objetivo de reemplazar harina de oca hasta un 50 % en la harina de trigo se cumplió, obteniendo un producto eficaz y que a demás contribuye como un alimento nutritivo dentro de la dieta diaria del ser humano.

H.- VALOR NUTRICIONAL

TABLA 11. VALOR NUTRIVO DE KCAL EN LA FÓRMULA 10% DE HARINA DE OCA Y 90% DE HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	GRAMOS	KCAL
Harina de trigo	48.6	172
Harina de oca	1.4	4.6
Manteca	25	220
Azúcar	1.6	6.2
Huevos	17.14	27
SUMA		430 Kcal

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 12. VALOR NUTRITIVO DE KCAL EN EL PAN QUE TUVO MEJOR ACEPTABILIDAD 40% HARINA DE OCA Y 60% HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	GRAMOS	KCAL
Harina de trigo	44.29	156.3
Harina de oca	5.71	18.55
Manteca	25	220.5
Azúcar	1.57	6.06
Huevos	17.14	27.08
SUMA		430 Kcal

Elaborado por: Cristina Vega

TABLA 13. VALOR NUTRITIVO DE KCAL EN EL PAN QUE TUVO MEJOR ACEPTABILIDAD 50% HARINA DE OCA Y 50% HARINA DE TRIGO

INGREDIENTES	GRAMOS	KCAL
Harina de trigo	25	88.25
Harina de oca	25	81.25
Manteca	25	220.5
Azúcar	1.75	6.06
Huevos	34.28	54.16
SUMA		450 Kcal

Elaborado por: Cristina Vega

Dentro del valor nutricional el pan de harina de trigo debe tener 260 kilocalorías (anexo 1), al observar la tabla el pan de 50 % de harina de oca y el 50% de harina de trigo se deduce que posee un valor superior con 450 Kcal. Mientras que en el pan con el 10% y 40 % de harina de oca se observa 430 kilocalorías esto indica que en las tres fórmulas en cuanto a bromatología y la aceptabilidad del producto sobrepasan el nivel de Kcal aportando energía, siendo un alimento necesario e importante para el metabolismo de las personas que lo ingieran.

VII. CONCLUSIONES

- Para la realización de la harina se obtuvo como mejor rendimiento, la oca secada al sol con un valor 64.61%. Ideal para el procedimiento de panificación, logrando reemplazar en la fórmula hasta el 50 % de harina de oca en la harina de trigo.
- En las características culinarias durante la elaboración del pan el tiempo de amasado se realizó de 8 a 10 minutos, la fermentación y reposo se tomó el mismo tiempo para todos los panes a una temperatura de 30° C por 15 minutos; para la cocción del pan el tiempo fue de 180 a 200 ° C por 15 minutos.
- La panificación con inclusión de harina de oca nos dio como resultado un sabor agradable, sin alterar sus características físicas siendo propicio para el consumo humano.
- El pan que mejor resultado se obtuvo fue el de 10 % de harina de oca, en relación a las características bromatológicas y organolépticas. Cumpliendo con los regímenes establecidos dentro de estos análisis y en panificación sin alertar el sabor.

- En las tres repeticiones durante el proceso de panificación los análisis microbiológicos dieron como resultado ausencia de los mismos, esto indicaría que se elaboró el pan con buenas prácticas de manufactura.
- En la aceptabilidad del producto los 35 estudiantes que degustaron el pan, llegaron a la conclusión que el pan de 40 % y 50 % fueron los que más cautivaron su paladar.
- El pan de oca de 10 % es el que cumplió con las características organolépticas, bromatológicas y los estándares de calidad. Con esto se podría concluir que en relación al costo y tiempo para la elaboración de harina, sería conveniente el pan de este porcentaje; pero que sin embargo nos puede ofrecer los mismos beneficios que el pan de 50 %.
- Dentro del aporte de kilocalorías, el pan con mayor valor nutricional fue el de 50 % de harina de oca con 450kcal, esto indicaría que tiene gran aporte de energía.

VIII. RECOMENDACIONES

- Seleccionar adecuadamente la materia prima con la que se va elaborar de preferencia las ocas frescas, de color blanco y amarillento.
- Para la realización de la harina de oca es recomendable dejar las ocas frescas al sol por 20 días o más si es necesario.
- El pan de 10% de harina de oca fue del que mejor resultados se obtuvo, siendo conveniente en función al tiempo, economía y beneficios que aporta. Si sería posible realizar análisis de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales.
- Se recomienda enfocar estudios en los que se pueda utilizar productos alternativos como la oca, de esta manera se aprovecharía alimentos que son poco conocidos en nuestro medio, pero que sin embargo son beneficios para el consumo humano.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1. Centro Internacional de Agricultura.** Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculo Guatemala: Villa Nueva. 1991 [en línea]
<http://www.fao.org>
2011-09-20

- 2. OCA (CONCEPTO)**
<http://www.fao.org>
2011-09- 22

- 3. PAN Y PASTAS ALIMENTICIAS**
<http://es.scribd.com/doc/34072165/Pan-y-Pastas-Alimenticias>
2011-09- 25

- 4. Espinoza. P. Abad, J. Vaca, R.** Raíces y tubérculos andinos marginados en el Ecuador Departamento de Ciencias Sociales
1996
2011-09- 25

- 5. OCA, OLLUCO Y MASHUA**
<http://cipotato.org/roots-and-tubers/oca-ulluco-mashua>
2011-09- 26

6. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos,

Julio-Diciembre, 2010 [en línea]

<http://www.rvcta.org/PublicacioneS>

2011-09- 27

7. HARINA (CONCEPTO)

<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones>

2011-09- 28

8. TÉCNICAS DEL PAN

<http://www.molineriaypanaderia.com/category>

2011-09- 28

9. TOXICOLOGÍA DE OCA

<http://es.scribd.com/doc/22259647/>

2011-10- 10

10. TUBÉRCULOS ANDINOS

<http://www.diariopricmicio.pe>

2011-10- 10

11. García, W. Manejo sostenible de la agrobiodiversidad de tubérculos

Andinos. Cochabamba – Bolivia. 2003 [en línea]

<http://books.google.com.ec>

2011-10- 15

12. Cadima, X. Raíces y Tubérculos Andinos avances de la

Investigación.

Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 2006 [en línea]

<http://books.google.com.ec>

2011-10- 20

X. ANEXOS

Anexo 1. Valor Nutricional del pan

Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe tener un pan para ser considerado fortificado.

TABLA 14. REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS DEL PAN

Proteína	10 % Mínimo
Grasa	20 - 35 % máximo
Humedad	30 % máximo
Fibra	2.2 % máximo
Ceniza	2,5 % máximo

Energía total 260 Kcal

Requisitos microbiológicos

Coliformes (UFC/g)

Anexo 2. Contenido de Proteína (%) en el pan elaborado

PORCENTAJES	MUESTRAS					
	1	2	3	CV%	MEDIA	VARIANZA
0%	12.98	8.29	9.85	23.02	10.37	5.70
10%	13.41	8.75	11.27	20.93	11.14	5.44
20%	9.39	9.04	10.96	10.44	9.80	1.05
30%	10.07	9.74	11.07	6.73	10.29	0.48
40%	10.24	10.2	11.29	5.84	10.58	0.38
50%	10.5	10.34	11.38	5.21	10.74	0.31

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	F
TOTAL TRATAMIENTOS	17	29,821		
	5	3.089	0,62	0,28 NS
ERROR	12	26,732	2,23	

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN
WALLER DUNCAN

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGO
0%	10.37	a
10%	11.14	a
20%	9.80	a
30%	10.29	a
40%	10.58	a
50%	10.74	a

Anexo 3. Contenido de Grasa (%) en el pan elaborado

	MUESTRAS					
PORCENTAJES	1	2	3	CV%	MEDIA	VARIANZA
0%	3.44	7.91	8.16	40.84	6.50	7.05
10%	3.37	7.96	7.78	40.81	6.37	6.76
20%	5.39	6.15	6.80	11.54	6.11	0.50
30%	5.1	5.66	6.22	9.89	5.66	0.31
40%	4.54	4.70	5.19	7.04	4.81	0.11
50%	3.15	3.26	3.87	11.32	3.43	0.15

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	F
TOTAL TRATAMIENTOS	17	50,59		
	5	20,813	4,16	1,68
ERROR	12	29,777	2,48	NS

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN
WALLER DUNCAN

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGO
0%	6,5	a
10%	6,37	a
20%	6,11	a
30%	5,66	a
40%	4,81	a
50%	3,43	a

Anexo 4. Contenido de Humedad (%) en el pan elaborado

PORCENTAJES	MUESTRAS					
	1	2	3	CV%	MEDIA	VARIANZA
0%	28,58	23,92	23,5	11,13	25,33	7,95
10%	29,97	27,22	23,47	9,46	24,55	5,4
20%	30,37	26,24	23,42	13,76	26,8	13,59
30%	30,35	28,97	24,42	11,12	27,91	9,63
40%	30,39	26,32	23,26	13,42	26,6	12,79
50%	30,2	25,39	23,29	13,47	26,29	12,55

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	F
TOTAL	17	144,92		
TRATAMIENTOS	5	10,603	2,12	0,19
ERROR	12	134,317	11,19	NS

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN
WALLER DUNCAN

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGO
0%	25,33	a
10%	24,55	a
20%	26,8	a
30%	27,91	a
40%	26,6	a
50%	26,29	a

Anexo 5. Contenido de Fibra (%) en el pan elaborado

	MUESTRAS					
PORCENTAJES	1	2	3	CV%	MEDIA	VARIANZA
0%	0,81	0,69	0,44	29,19	0,65	0,04
10%	0,57	0,19	0,42	48,66	0,39	0,04
20%	0,1	0,27	0,87	97,87	0,41	0,16
30%	0,23	0,45	0,96	68,5	0,55	0,14
40%	0,3	0,58	0,95	53,45	0,61	0,11
50%	0,43	0,53	0,92	41,32	0,63	0,07

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	F
TOTAL TRATAMIENTOS	17	1,283		
	5	0,184	0,04	0,40
ERROR	12	1,098	0,09	NS

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN
WALLER DUNCAN

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGO
0%	0,65	a
10%	0,39	a
20%	0,41	a
30%	0,55	a
40%	0,61	a
50%	0,63	a

Anexo 6. Contenido de Ceniza (%) en el pan elaborado

PORCENTAJES	MUESTRAS					
	1	2	3	CV%	MEDIA	VARIANZA
0%	1,72	1,58	1,98	11,53	1,76	0,04
10%	2,64	1,67	1,87	24,86	2,06	0,26
20%	2,8	1,76	1,74	28,87	2,1	0,37
30%	3,72	1,6	1,85	48,48	2,39	1,34
40%	3,89	1,84	2,57	37,56	2,77	1,08
50%	3,98	3	2,4	25,51	3,13	0,64

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	F
TOTAL TRATAMIENTOS	17	11,272	0,76	1,23 NS
	5	3,814		
ERROR	12	7,458	0,62	

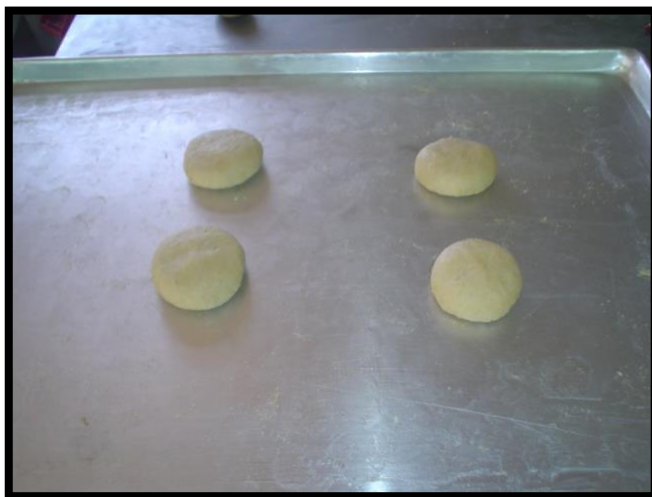
SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN WALLER DUNCAN

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGO
0%	1,76	a
10%	2,06	a
20%	2,1	a
30%	2,39	a
40%	2,77	a
50%	3,13	a

Anexo 7. Receta estándar del mejor pan obtenido que cumple con las características bromatológicas y organolépticas.

HOJA DE COSTEO RECETA ESTÁNDAR					
PAN A BASE DE HARINA DE OCA 10%			Código de la receta:		P- 01
			Raciones:		7
			Fecha:		
			C		(B*C)/A
	A		B		
Ingredientes	COMPRA		CONSUMO		Total
	Cantidad de compra	Costo	Unidad	Cantidad	Costo Total
Harina de trigo	1 kg	1.88	gr	340	0.63
Harina de oca	1 Kg	2.00	gr	10	0.02
Manteca vegetal	500 gr	1.40	gr	175	0.49
Levadura	500gr	1.50	gr	30	0.09
sal	500gr	0.80	gr	3.5	0.2
Azúcar	1 Kg	2.00	gr	11	0.22
Huevos	2 unid	0.9	unid	2	0.9
			COSTO TOTAL		2.37
			COSTO POR PIEZA DE PAN		0.33

Anexo 8. Fotografías





MUESTRAS	1	2	3
EL PAN FRESCO PRESENTA UN VOLUMEN ADECUADO?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
LA CORTEZA ES DELGADA?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
LA CORTEZA ES DE COLOR?	Marrón claro Marrón oscuro Café claro Café oscuro	Marrón claro Marrón oscuro Café claro Café oscuro	Marrón claro Marrón oscuro Café claro Café oscuro
LA PARTE SUPERIOR DEL PAN ES?	Brillante Rígida Quebradiza	Brillante Rígida Quebradiza	Brillante Rígida Quebradiza
CUANDO SE EJERCE UNA LEVE PRESION EN EL PAN TIENDE A RECUPERAR SU FORMA RAPIDAMENTE?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
LA MIGA ES?	Esponjosa Blanquecina Algo brillante	Esponjosa Blanquecina Algo brillante	Esponjosa Blanquecina Algo brillante
TIENE OLOR Y SABOR A LEVADURA?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
TABLA DE ACEPTABILIDAD			
ME DESAGRADA MUCHO			
ME DESAGRADA POCO			
NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA			
ME GUSTA POCO			

ME GUSTA MUCHO			
-----------------------	--	--	--

Anexo 9.Pruebas organolépticas y aceptabilidad del producto elaborado